



8)

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 07 239 A 1

⑤ Int. Cl. 5:  
H 04 B 10/14  
H 04 B 10/02  
H 03 H 9/145

⑳ Aktenzeichen: P 43 07 239.9  
㉔ Anmeldetag: 8. 3. 93  
㉕ Offenlegungstag: 2. 12. 93

DE 43 07 239 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
27.05.92 JP 04-135342

⑦1 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:  
Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem.  
Dr. rer. nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;  
Geißler, B., Dipl.-Phys. Dr. jur., Pat.- u. Rechtsanwäl.;  
Rost, J., Dipl.-Ing., 81679 München; Bonnekamp, H.,  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte,  
40474 Düsseldorf; Pagenberg, J., Dr. jur.; Frohwitter,  
B., Dipl.-Ing., Rechtsanwälte, 81679 München

⑦2 Erfinder:  
Ishizuka, Kohei, Machida, JP; Nakata, Masaya,  
Yokohama, JP; Azumaguchi, Teruhisa, Fujisawa, JP;  
Takeda, Junji, Fujisawa, JP; Irie, Hiroki, Yokohama,  
JP; Miura, Atushi, Fujisawa, JP; Takeuchi, Tamio,  
Yokohama, JP; Kohno, Tsutomu, Yokohama, JP;  
Moriguchi, Akisada, Ome, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt.

⑤4 Lichtübertragungsmodul

⑤7 Ein Lichtübertragungsmodul ist offenbart, in dem ein Lichtempfangselementmodul, in dem eine Photodiode und ein Kopplungsabschnitt zwischen der Photodiode und einer ersten optischen Faser hermetisch versiegelt sind, ein Lichtsendeelementmodul, in dem eine Lasardiode, die durch ein elektrisches Signal angetrieben ist, und ein Kopplungsabschnitt zwischen der Lasardiode und einer zweiten optischen Faser hermetisch versiegelt sind, und eine gedruckte zweiseitige Schaltungsplatte, auf deren beiden Seiten elektrische Schaltungen für ein Sendesystem und ein Empfangssystem montiert sind, und zwar elektrisch isoliert voneinander, in einem Körper durch Formen versiegelt sind und in Gehäusen untergebracht sind.

DE 43 07 239 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Übertragungsvorrichtung, die Lichtübertragung bewirkt, und im besonderen bezieht sie sich auf Module, die für Lichtausstrahlung und Lichtempfang in der Übertragungsvorrichtung zuständig sind.

In letzter Zeit ist eine Sättigung eines Kommunikationsnetzwerks immer schwerwiegender geworden mit einer Entwicklung der post-industriellen Gesellschaft.

Deshalb ist ein SDH-Übertragungssystem usw. eingeführt worden, das aus einem neuen digitalen Hierarchienetzwerk besteht, das prinzipiell aus Lichtübertragungswegen von 156 Mb/s  $\times$  n zusammengesetzt ist, die durch neue synchronisierte Endgerätvorrichtungen konstruiert sind, welche Netzwerkknottenschnittstellen (NNI) in Übereinstimmung mit der CCITT-Empfehlung aufweisen, beschrieben z. B. in "Trend of development of systems contributing to construction and improvement in operability of a transmission network (in Japanese)" veröffentlicht in NTT Journal (Januar 1992), etc.

Jedoch sollte jede Übertragungsvorrichtung, die in solchen Systemen verwendet wird, eine "Multiplexer-Funktion", welche eine Vielzahl von Signalen langsamer Geschwindigkeit zu einem Signal hoher Geschwindigkeit zusammenlegt, eine "Kreuzverbindungsfunktion (Leitungswegzusammenstellung)", welche Multiplexsignale trennt und zusammenführt, eine "Signalwandlerfunktion" zwischen einer Schnittstelle langsamer Geschwindigkeit und einer SDH-Schnittstelle, etc. haben, wie angezeigt jeweils in Fig. 16A bis 16C. Um eine solche "Multiplexer-Funktion", eine "Kreuzverbindungsfunktion (Leitungswegzusammenstellung)" und eine "Signalwandlerfunktion" zu realisieren, sollte jede Übertragungsvorrichtung mit einer Sendeschaltung, die eine Sendeverarbeitung einschließlich elektrooptischer Wandlerverarbeitung bewirkt, und eine Empfangsschaltung, die eine Empfangsverarbeitung einschließlich optoelektrischer Wandlerverarbeitung bewirkt, versehen sein.

Hierzu sind ein Sendemodul, in dem solch eine Sendeschaltung in der Form eines Moduls realisiert ist, und ein Empfangsmodul, in dem eine Empfangsschaltung in der Form eines Moduls unabhängig davon realisiert ist, in einem Übertragungsknoten, verwendet worden.

Als eine Technik bezüglich dieser Art von Lichtübertragungsmodulen ist eine Technik bekannt, die in JP-A-59-180514 beschrieben ist.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Lichtübertragungsmodul bereitzustellen, das bei einer hohen Dichte integriert werden kann und kleine Ausmaße haben kann.

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Lichtübertragungsmodul bereitzustellen, das Übersprechen zwischen der Sendeschaltung und der Empfangsschaltung reduzieren kann.

Es ist noch ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Lichtübertragungsmodul bereitzustellen, das mechanisch robust ist und nicht durch Wärme verdorben wird, die in der Vorrichtung erzeugt wird.

Wie vorher beschrieben, sind hierzu die Sendeschaltung und die Empfangsschaltung in der Form von separaten Modulen im Hinblick auf eine Schwierigkeit in der Integration, Verhinderung eines Lecken von Signalen von der Sendeschaltung zu der Empfangsschaltung, etc. realisiert worden.

Wenn das Sendemodul und das Empfangsmodul unabhängig konstruiert sind, nimmt der Maßstab einer Vorrichtung in der Übertragungsvorrichtung zu, welche eine Anzahl von Lichtübertragungswegen einschließt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Lichtübertragungsmodul bereitgestellt, das für eine Verkleinerung geeignet ist und in dem die Sendeschaltung und die Empfangsschaltung in einem Körper in der Form eines Moduls realisiert sind, dank einer Konstruktion, die ein Lecken von Signalen von der Sendeschaltung in die Empfangsschaltung reduzieren kann.

Das heißt, um die obigen Ziele gemäß der vorliegenden Erfindung zu erreichen, ist ein Lichtübertragungsmodul, das optische Signale, die von einer empfangenden optischen Faser empfangen werden, in empfangene Daten umwandelt, um sie auszugeben und eingegebene Daten, die in ein optisches Signal übertragen werden sollen, umwandelt, um es an eine sendende optische Faser auszugeben, bereitgestellt, wobei das Lichtübertragungsmodul aufweist

(a) ein Lichtempfangselementmodul, in dem ein optoelektrisches Wandlerelement und ein Kopplungsabschnitt zwischen dem optoelektrischen Wandlerelement und einer ersten optischen Faser hermetisch versiegelt sind;

(b) ein Lichtsendeelementmodul, in dem ein Lichtsendeelement, das durch ein elektrisches Signal angetrieben ist, und ein Kopplungsabschnitt zwischen dem Lichtsendeelement und einer zweiten optischen Faser hermetisch versiegelt sind;

(c) eine zweiseitige Schaltungsplatte, auf deren zwei Seiten eine Sendeschaltung, die das Lichtsendeelement antreibt, das auf den Wert der eingegebenen, zu übertragenden Daten antwortet, und eine Empfangsschaltung, die die von dem elektrischen Signal empfangenen Daten wiedergibt, welche durch Umwandlung mittels des optoelektrischen Wandlerelements erhalten sind, um sie auszugeben, montiert sind, welche elektrisch voneinander isoliert sind; und

(d) eine Form, die das Lichtempfangselementmodul, das Lichtsendeelementmodul und die zweiseitige Schaltungsplatte in einem Körper versiegelt.

In einem Lichtübertragungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung sind sowohl das optoelektrische Wandlerelement und der Kopplungsabschnitt zwischen dem optoelektrischen Wandlerelement und der ersten optischen Faser als auch das Lichtempfangselement und der Kopplungsabschnitt zwischen dem Lichtempfangselement und der zweiten optischen Faser separat hermetisch in der Form von Modulen versiegelt; eine Sendeschaltung und eine Empfangsschaltung sind auf den zwei Seiten einer zweiseitigen Schaltungsplatte elektrisch voneinander isoliert montiert; und das Lichtempfangselementmodul, das Lichtsendeelementmodul und die zweiseitige Schaltungsplatte sind in einem Körper zusammengebracht.

Auf diese Weise ist es möglich, ein Lichtübertragungsmodul bereitzustellen, das kleine Ausmaße hat und das in der Lage ist, ein Übersprechen zwischen dem Sendesystem und dem Empfangssystem zu verhindern.

Die oben beschriebene Form ist aus Harz hergestellt, das Glasfaser enthält. Das Glasfaser enthaltende Harz hat eine hohe Verformungstemperatur und kann eine Verformung des Lichtübertragungsmoduls aufgrund von Wärme, die in der Vorrichtung erzeugt wird, verhindern.

Weiterhin ist es möglich, durch Übernahme einer Erdungsplatte fester Struktur in einer inneren Schicht der Schaltungsplatte Rauschen zu reduzieren.

Die Reduktion in dem Rauschen kann ebenso realisiert werden durch Anordnen einer Hochspannung-erzeugenden Schaltung im Abstand von dem Lichtempfangselementmodul und dem Lichtsendeelementmodul.

Wie oben beschrieben ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, ein Lichtübertragungsmodul bereitzustellen, das für eine hochdichte Integration geeignet ist und das Übersprechen von der Sendeschaltung zu der Empfangsschaltung reduzieren kann, durch Realisieren der Sendeschaltung und der Empfangsschaltung in einem Körper in der Form eines Moduls.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm zum Erklären einer Schaltungsplatte, auf dem Lichtübertragungsmodulen gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung montiert sind;

Fig. 2A ein Diagramm zur Erklärung, welches die Konstruktion jedes der Lichtübertragungsmodulen anzeigt;

Fig. 2B und 2C Diagramme zum Erklären eines Zustands der Montierung auf der Schaltungsplatte;

Fig. 3 ein dreiseitiges Diagramm, das die äußere Gestalt eines Lichtübertragungsmoduls zeigt, welches eine Photodiode für das Lichtempfangselement verwendet;

Fig. 4 ein dreiseitiges Diagramm, das die äußere Gestalt eines Lichtübertragungsmoduls zeigt, das eine Lawinenphotodiode für das Lichtempfangselement verwendet;

Fig. 5 ein Blockdiagramm, das die Schaltungskonstruktion des Lichtübertragungsmoduls anzeigt;

Fig. 6 ein Diagramm zur Erklärung, welches die äußere Gestalt eines LCC-Gehäuses anzeigt, das für das Lichtübertragungsmodul verwendet wird;

Fig. 7 ein Blockdiagramm, das die Schaltungskonstruktion eines LD-Treiberschaltungs-IC anzeigt;

Fig. 8 ein Schaltungsdiagramm, das die Schaltungskonstruktion eines Vorverstärkers anzeigt;

Fig. 9 ein Schaltungsdiagramm, das die Schaltungskonstruktion eines Verstärkungsschaltungs-IC mit variablem Verstärkungsfaktor anzeigt;

Fig. 10 ein Schaltungsdiagramm, das die Schaltungskonstruktion eines IC mit einer Schaltung zum Identifizieren und Wiedergeben anzeigt;

Fig. 11 ein Diagramm zur Erklärung, welches die äußere Gestalt eines SAW-Filter-IC anzeigt;

Fig. 12A und 12B Diagramme zur Erklärung, welche einen Zustand einer Montierung auf der Frontoberfläche der Schaltungsplatte anzeigen;

Fig. 13A und 13B Diagramme zur Erklärung, welche einen Zustand einer Montierung auf der Rückoberfläche der Schaltungsplatte anzeigen;

Fig. 14 ein Diagramm zur Erklärung, welches einen Aspekt eines Lichtsendeelementmoduls anzeigt;

Fig. 15 ein Diagramm zur Erklärung, welches einen Aspekt eines Lichtempfangselementmoduls anzeigt;

Fig. 16A bis 16C Diagramme zur Erklärung, die Funktionen einer Übertragungsvorrichtung anzeigen;

Fig. 17 ein Diagramm zum Erklären der Konstruktion interner Schichten in der Schaltungsplatte;

Fig. 18 ein Diagramm zum Erklären eines Zustands einer Montierung einer Hochspannung-erzeugenden Schaltung in dem Lichtübertragungsmodul; und

Fig. 19 ein Diagramm zum Erklären eines Lichtübertragungsmoduls, das eine Struktur hat, die in zwei Teile geteilt ist.

Hiernach wird ein Ausführungsbeispiel des Lichtübertragungsmoduls gemäß der vorliegenden Erfindung erklärt werden.

Eine Übertragungsvorrichtung, wie oben beschrieben, ist allgemein durch eine sogenannte Rahmenstruktur konstruiert, wo eine Vielzahl von Schaltungsplatten nebeneinander in einem Gehäuse angeordnet sind.

Das Lichtübertragungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein einzelnes Modul, das eine Empfangsschaltung, die eine Verarbeitung einschließlich einer optoelektrischen Wandlerverarbeitung bewirkt, und eine Sendeschaltung, die eine Verarbeitung einschließlich einer elektrooptischen Wandlerverarbeitung bewirkt, aufweist und es ist auf einer Schaltungsplatte montiert, die die Übertragungsvorrichtung darstellt.

Zunächst ist ein Beispiel der Montierung von Lichtübertragungsmodulen auf einer Schaltungsplatte in Fig. 1 angezeigt.

In dem Beispiel, das in der Figur angezeigt ist, sind vier Lichtübertragungsmodulen auf einer Schaltungsplatte 104 montiert.

In der Figur ist Bezugszeichen 101 ein Lichtübertragungsmodul; 102 eine sendende optische Faser; 103 ein optisches Verbindungselement; 105 ein Verbindungselement; und 106 eine empfangende optische Faser. Eine Einzelmodenfaser wird für die sendende optische Faser 102 verwendet, während eine Einzelmoden- oder Multimodenfaser für die empfangende optische Faser 106 verwendet wird. Weiterhin ist das Lichtübertragungsmodul 101 mit einer Verdrahtung auf der Schaltungsplatte verbunden, durch die es Eingabe von zu übertragenden Daten, Ausgabe von empfangenen Daten, etc. von/zu anderen Bereichen innerhalb der Vorrichtung bewirkt durch Verwenden elektrischer Signale. Es wird angenommen, daß Übertragungsraten für Daten, mit denen das Lichtübertragungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung umgeht, 52 Mb/s und 156 Mb/s sind.

Wie oben beschrieben sind zwei optische Fasern 102 und 106 zur Sendung und zum Empfang mit jedem der Lichtübertragungsmodulen 101 verbunden, die auf der Schaltungsplatte montiert sind, und die anderen Enden der optischen Faser sind mit dem optischen Verbindungselement 103 ausgerüstet.

Das Verbindungselement 105 der Schaltungsplatte ist eines zum Verbinden mit einer Rückplatte auf dem Rahmen für elektrische Signale einschließlich einer Energieversorgungseinheit, in dem ein Raum und ein

Einsteckloch, welche ausschließlich für das optischen Verbindungselement 103 verwendet werden, angeordnet sind. Das optische Verbindungselement 103 wird in das Verbindungselement 105 der Schaltungsplatte durch dieses Einsteckloch eingesteckt und darin fixiert und mit einem optischen Verbindungselement verbunden, das an einer entsprechenden Stelle auf der Rückplatte des Rahmens angeordnet ist. Wie oben beschrieben wirkt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel das Verbindungselement 105 auch als eine Führung für das optischen Verbindungselement 103. Es ist möglich, die Montierdichte auf der Schaltungsplatte zu erhöhen durch Verwenden dieses Verfahrens mit einem beweglichen Anschlußkabel.

Obwohl eine Vorrichtung, in der vier Lichtübertragungsmodule 101 montiert sind, in Fig. 1 angezeigt ist, kann die Anzahl von Lichtübertragungsmodulen, die auf einer Schaltungsplatte montiert sind, weiter erhöht werden in Übereinstimmung mit einer Anforderung durch die Vorrichtung, und zwar in einem solchen Ausmaß, daß einer Temperaturbedingung Genüge geleistet wird, die für die Schaltungsplatte erlaubt ist.

Als nächstes ist eine Liste von externen Eingabe- und Ausgabesignalen zu/von jedem der Lichtübertragungsmodule in Tabelle 1 angezeigt.

Tabelle 1

	Posten	Funktion
Sendebereich	Dateneingabe	Als optisches Signal auszugeben- des elektrisches Signal wird ein- gegeben
	Takteingabe	Mit den Daten synchronisiertes Taktsignal wird eingegeben
	Unterbre- chungssteue- rung für opti- sche Ausgabe	Optische Ausgabe wird zwangs- mäßig unterbrochen
	Ausgabe	Abnormalität der Laserdiode wird erfaßt
	Optische Aus- gabe	Licht wird durch optische Faser gesendet
Empfangsbe- reich	Optische Ein- gabe	Optisches Signal wird durch optische Faser empfangen
	Datenausgabe	Demoduliertes elektrisches Signal wird ausgegeben
	Taktausgabe	Mit den Daten synchronisiertes Taktsignal wird ausgegeben
	Alarmausgabe	Unterbrechung einer optischen Signaleingabe wird erfaßt

In Tabelle 1 zeigt "Optische Ausgabe" von "Sendebereich" ein optisches Signal an, das durch die sendende optische Faser 102 ausgegeben wird, während "Optische Eingabe" von "Empfangsbereich" eine optische Signaleingabe von der empfangenden optischen Faser 106 anzeigt. Alle Eingabe- und Ausgabesignale außer diesen zwei optischen Signalen sind elektrische Signale. Zum Beispiel zeigt "Dateneingabe" von "Sendebereich" Daten an, die in der Form elektrischer Signale eingegeben werden, die durch die sendende optische Faser 102 gesendet werden sollen, während "Datenausgabe" vom "Empfangsbereich" eine Ausgabe von Daten anzeigt, die von der empfangenden optischen Faser 106 empfangen sind und die in elektrische Signale umgewandelt werden. Weiterhin ist die "Unterbrechungssteuerung für optische Ausgabe" von "Sendebereich" ein Eingabesignal, das die

Vorrichtung anweist, die optische Ausgabe an die optische Faser, die als ein sendender Übertragungsweg dient, zwangsmäßig für nichtig zu erklären, ungeachtet des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von "Dateneingabe". Auf der anderen Seite zeigt "Alarmausgabe" vom "Sendebereich" ein Signal an, das einen anormalen Zustand ausgibt, der in der elektrischen Leistung der Lichtausgabe einer Laserdiode erfaßt wird, welche die elektrooptische Umwandlung zum Ausgeben des optischen Signals an die sendende optische Faser 102 bewirkt, und "Alarmausgabe" von "Empfangsbereich" zeigt einen Alarm an, der ausgegeben wird, wenn erfaßt ist, daß die optische Eingabe von der empfangenden optischen Faser 106 für nichtig erklärt ist.

Überwachungssignale, die weiter aufgeteilt sind, können zu diesen Schnittstellen hinzugefügt sein. Andererseits können ein Teil oder alle der Überwachungssignale weggelassen sein, so daß die Schaltungsstruktur des Lichtübertragungsmoduls vereinfacht ist.

Nun wird die Konstruktion des Lichtübertragungsmoduls 101 gemäß der vorliegenden Erfindung in Fig. 2A erklärt.

Wie in Fig. 2A angezeigt, schließt das Lichtübertragungsmodul ein Gehäuse (A) 405, ein Gehäuse (B) 409, eine Form (A) 402, eine Form (B) 403, ein Lichtsendeelementmodul 201, ein Lichtempfangselementmodul 202, eine Schaltungsplatte 401, ein Abschirmgehäuse (A) 411 und ein Abschirmgehäuse (B) 407 ein.

Das Lichtsendeelementmodul 201, das Lichtempfangselementmodul 202 und die Schaltungsplatte 401 werden zwischen der Form (A) 402 und der Form (B) 403 gehalten. Die Form (B) 403 ist auf der Form (A) 402 montiert. Die Form (A) 402 ist in dem Gehäuse (A) 405 und dem Gehäuse (B) 409 aufgenommen.

Diese Konstruktion wird unten in größeren Detail beschrieben werden.

Das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 werden durch die Form (A) 402 und die Form (B) 403 gehalten, die bereits geformt sind, und bearbeitet und daran befestigt sind. Das heißt, um die Ausmaße zu reduzieren, ist die Vorrichtung so konstruiert, daß das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 gleichzeitig durch die Form (A) 402 und die Form (B) 403 befestigt werden können. Weiterhin sind die Form (A) 402 und die Form (B) 403 aus einem Isoliermaterial hergestellt, so daß die Gehäuse, die das Lichtsendeelementmodul 201 bzw. das Lichtempfangselementmodul 202 aufnehmen, voneinander isoliert sind und auf diese Weise eine Erzeugung von Übersprechen zwischen den unterschiedlichen Gehäusen verhindert wird. Zusätzlich ist es durch Annehmen einer solchen Konstruktion möglich, die Schaltungsplatte 401 thermisch von dem Lichtsendeelementmodul 201 und dem Lichtempfangselementmodul 202 zu isolieren. Da die Form (A) 402 und die Form (B) 403 in Übereinstimmung mit den äußeren Gestalten des Lichtsendeelementmoduls 201 bzw. des Lichtempfangselementmoduls 202 geformt sind, tritt eine Rotation oder ein Abfallen des Lichtsendeelementmoduls 201 und des Lichtempfangselementmoduls 202 niemals auf.

Wie in der Figur angezeigt, ist die Form (A) 402 so konstruiert, daß der Teil zum Halten des Lichtsendeelementmoduls 201 und des Lichtempfangselementmoduls 202 und der Teil zum Halten der Schaltungsplatte 401 in einem Körper geformt sind. Auf diese Weise ist es möglich, die mechanische Robustheit des Lichtübertragungsmoduls 101 zu erhöhen und ebenso eine Verschiebung zwischen dem Teil zum Halten des Lichtsendeelementmoduls 201 und des Lichtempfangselementmoduls 202 und der Schaltungsplatte 401 zu verhindern. Die Form (A) 402 hält die Schaltungsplatte 401 bei einer etwa mittigen Position der Modulhöhe von 8 mm. Wie später beschrieben, sind elektronische Teile auf beiden Seiten der Schaltungsplatte montiert. Der mittlere Teil der Form (A) 402 ist weggeschnitten, so daß Teile, die auf der Schaltungsplatte 401 montiert sind, nicht miteinander in Kontakt gebracht werden. Weiterhin sind zwei Reihen von Anschlußenden 404 an den zwei Seiten der Schaltungsplatte 401 senkrecht zu der Schaltungsplatte montiert und Löcher, durch die die Anschlußenden 404 für die Schaltungsplatte 401 gesteckt sind, sind in der Form (A) 402 gebildet. Die Endabschnitte der Form (A) 402 und der Form (B) 403 sind in einer Nutstruktur gebildet, so daß sie gut miteinander in Eingriff gebracht werden können.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind das Lichtsendeelementmodul 201 und die Schaltungsplatte 401 miteinander durch eine biegsame Platte 410 verbunden. Durch Verwenden der biegsamen Platte 410, wie oben beschrieben, ist es möglich, das Montieren zu erleichtern, und zur gleichen Zeit die Ausmaße des Lichtübertragungsmoduls zu reduzieren.

Das Lichtempfangselementmodul 202 ist direkt mit der Schaltungsplatte 401 durch Lötverbindungen verbunden. Das Lichtempfangselementmodul 202 und die Schaltungsplatte 401 sind dazwischen durch das Abschirmgehäuse (B) 407 von der tieferen Seite abgeschirmt. Weiterhin ist ein hervorstehender Stift zum Fixieren des Abschirmgehäuses (B) 407 auf der Seite des Lichtempfangselementmoduls 202 der Form (A) 402 angeordnet, und das Abschirmgehäuse (B) 407 ist durch thermisches Härten dieses hervorstehenden Stiftes fixiert. In der Figur drückt ein Schaltungsplatten-Druckstück 408 die Schaltungsplatte 401, die durch die Form (A) 402 gehalten ist, von der oberen Seite, um sie zu fixieren. Auf diese Weise werden vier Ecken der Schaltungsplatte 401 gleichzeitig durch ein Stück gedrückt. Der mittlere Teil des Schaltungsplatten-Druckstücks 408 ist weggeschnitten, so daß Teile, die auf der Schaltungsplatte 401 montiert sind, nicht miteinander in Kontakt gebracht werden, und zusätzlich ist eine Seite davon auf der Seite des Lichtsendeelementmoduls 201 und des Lichtempfangselementmoduls 202 weggeschnitten. Das heißt, das Schaltungsplatten-Druckstück 408 ist U-förmig mit einem flachen Boden. Das Abschirmgehäuse (A) 411 und das Abschirmgehäuse (B) 407 sind angeordnet zum Abschirmen des Vorverstärkers (Fig. 5, wobei das Bezugszeichen 215 später genannt wird), welcher der Teil ist, der am meisten ernsthaft durch äußeres Rauschen beeinflusst wird. Das Abschirmgehäuse (A) 411 ist auf der Schaltungsplatte 401 montiert und deren Position ist durch Einstecken eines hervorstehenden Abschnitts des Abschirmgehäuses (A) 411 in ein darin gebildetes Durchgangsloch fixiert, um es mit GND zu verbinden. Darüber hinaus ist das Abschirmgehäuse (A) 411 mit den GND-Mustern auf der Schaltungsplatte 401 an zwei Punkten durch Lötverbindungen verbunden.

Auf der anderen Seite wird die Form (A) 402 in dem Gehäuse (A) 405 montiert, nachdem die Schaltungsplatte 401 darauf montiert worden ist. Ein geschnittener und angehobener Abschnitt ist auf dem Gehäuse (A) 405 gebildet, um es mit GND auf der Schaltungsplatte 401 zu verbinden. Nute sind zwischen der Form (A) 402 und zu

dem Gehäuse (A) 405 gebildet, so daß sie besser miteinander in Eingriff gebracht werden können. Weiterhin ist ein zylindrisches Loch in der Form (A) 402 gebildet, so daß ein Zapfen zum Fixieren einer Flachkopfschraube 406 darin eingesteckt werden kann. Die Form (A) 402 und das Gehäuse (A) 405 sind fixiert durch Verwenden dieser Nute und Löcher. Der Lochabschnitt zum Herausführen der Anschlußenden der Form (A) 402 ist gebildet, um geringfügig von dem Gehäuse (A) 405 hervorzustehen, so daß kein Lot an dem Gehäuse (A) 405 beim Löten der Anschlußenden hängen bleibt.

Nachdem die Form (A) 402 in dem Gehäuse (A) 405 montiert worden ist, wird das Gehäuse (B) 409 auf das Gehäuse (A) 405 montiert und daran mittels der Flachkopfschraube 406 fixiert. Ventilationslöcher sind in den Seitenwänden des Gehäuses (B) 409 gebildet, um eine Wärmeabfuhr durch Konvektion zu verbessern.

Die Form (A) 402, die Form (B) 403 und das Schaltungsplatten-Druckstück 408 sind aus Harz, das Glasfaser einschließt, hergestellt, um die mechanische Robustheit zu erhöhen und die Produktivität zu heben.

Das Harz, das Glasfaser einschließt, hat eine sehr hohe Verformungstemperatur und kann einer Temperatur widerstehen, die 2,5 mal so hoch ist wie eine Temperatur, die Harz, das keine Glasfaser einschließt, widerstehen kann. Fig. 2B zeigt einen Zustand einer Montierung auf der Rückoberfläche der Schaltungsplatte 401. Die Montierdichte auf der Rückoberfläche der Schaltungsplatte 401 ist hoch, wie angezeigt in Fig. 2B, und die Fläche, die benutzt werden kann zum Tragen der Schaltungsplatte, ist so klein, wie angezeigt durch die schraffierten Teile A 701.

Aus der Sicht der Stabilität des Haltens ist es sehr schwierig, die Schaltungsplatte durch Verwenden der schraffierten Teile A 701 zu halten, und es ist nicht möglich, eine Zuverlässigkeit der Verbindung mit dem Lichtsendeelementmodul 201 und dem Lichtempfangselementmodul 202 zu versichern. Zusätzlich ist, da die Fläche eine komplizierte Gestalt hat, es nicht für Massenproduktion geeignet. Daher wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Höhe der Verformungstemperatur des Harzes, das Glasfaser einschließt, wie oben beschrieben, benutzt, der Teil zum Montieren der Anschlußenden 404 dient als ein Halteteil, und die Schaltungsplatte wird durch Verwenden eines schraffierten Teils B 702 gehalten, wie gezeigt in Fig. 2C.

Hier sind, wie angezeigt, in der äußeren Gestalt des Lichtübertragungsmoduls in Fig. 3, Abstände zwischen Stiften ganzzahlige Vielfache von 2,54 mm und die Stifte sind so angeordnet, daß das Lichtübertragungsmodul auf die Schaltungsplatte 104 montiert werden kann, auf der Durchgangslöcher in einem Inch-Maschennetz gebildet sind. Die Länge der Stifte ist  $3,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ , was eine solche Größe ist, daß es nicht notwendig ist, sie zu schneiden, wenn das Lichtübertragungsmodul auf einer 1,6 mm dicken Schaltungsplatte montiert wird. Das Volumen eines Gehäuses, in dem die Schaltungsplatte montiert ist, auf der das Lichtübertragungsmodul montiert ist, beträgt 10 ccm. Die Höhe des Moduls beträgt maximal 8,5 mm und kein Teil davon wird mit einer Schaltungsplatte in Kontakt gebracht, die an einer benachbarten Stelle eingesteckt ist.

Wie angezeigt durch die Stifanordnung in Tabelle 2, sind die Stifte, die für das Sendesystem verwendet werden, so angeordnet, um vollständig von jenen getrennt zu sein, die für das Empfangssystem verwendet werden, so daß eine Musterbildung auf der Schaltungsplatte 401 erleichtert wird.

Tabelle 2

Stift	Funktion	
1	Erdung des Sendebereichs	
2	Erdung des Sendebereichs	5
3	Energieversorgung des Sendebereichs	
4	Alarmausgang des Sendebereichs	
5	Takteingang	
6	Dateneingang	10
7	Unterbrechungssteuerung für optische Ausgabe	
8	Energieversorgung des Empfangsbereichs	
9	Erdung des Empfangsbereichs	
10	Erdung des Empfangsbereichs	15
11	Energieversorgung des Empfangsbereichs	
12	Energieversorgung des Empfangsbereichs	
13	Invertierter Taktausgang	
14	Taktausgang	
15	Datenausgang	20
16	Invertierter Datenausgang	
17	Erdung des Empfangsbereichs	
18	Alarmausgang des Empfangsbereichs	
19	Energieversorgung des Empfangsbereichs	
20	Energieversorgung des Empfangsbereichs	25
21	Erdung des Empfangsbereichs	
22	Erdung des Empfangsbereichs	
23	Erdung des Empfangsbereichs	
24	Erdung des Empfangsbereichs	30
25	Energieversorgung, VCC	
26	Erdung des Empfangsbereichs	
27	Energieversorgung, VEE3	
28	Energieversorgung, VEE3	35

Fig. 3 und Tabelle 2 zeigen eine Konstruktion in dem Fall, wo eine Photodiode für das Lichtempfangselement verwendet wird für die optoelektrische Umwandlung in dem Lichtübertragungsmodul. Jedoch kann eine Lawinenphotodiode für das Lichtempfangselement verwendet werden.

Die äußere Gestalt des Lichtübertragungsmoduls ist in Fig. 4 veranschaulicht und die Stiftanordnung ist in Tabelle 3 angezeigt in dem Fall, wo eine Lawinenphotodiode für das Lichtempfangselement verwendet wird.



Tabelle 3

	Stift	Funktion
5	1	Erdung des Sendebereichs
	2	Erdung des Sendebereichs
	3	Energieversorgung des Sendebereichs
	4	Alarmausgang des Sendebereichs
10	5	Takteingang
	6	Dateneingang
	7	Unterbrechungssteuerung für optische Ausgabe
	8	Energieversorgung des Sendebereichs
	9	Erdung des Empfangsbereichs
15	10	Erdung des Empfangsbereichs
	11	Erdung des Empfangsbereichs
	12	Erdung des Empfangsbereichs
	13	Erdung des Empfangsbereichs
20	14	Erdung des Empfangsbereichs
	15	Erdung des Empfangsbereichs
	16	Energieversorgung des Empfangsbereichs
	17	Invertierter Taktausgang
	18	Taktausgang
25	19	Erdung des Empfangsbereichs
	20	Energieversorgung des Empfangsbereichs
	21	Erdung des Empfangsbereichs
	22	Energieversorgung des Empfangsbereichs
30	23	Datenausgang
	24	Invertierter Datenausgang
	25	Alarmausgang des Empfangsbereichs
	26	Erdung des Empfangsbereichs
	27	Erdung des Empfangsbereichs
35	28	Erdung des Empfangsbereichs
	29	Erdung des Empfangsbereichs
	30	Energieversorgung des Empfangsbereichs
	31	Energieversorgung des Empfangsbereichs
	32	Erdung des Empfangsbereichs
40	33	Erdung des Empfangsbereichs
	34	Erdung des Empfangsbereichs
	35	Erdung des Empfangsbereichs
	36	Erdung des Empfangsbereichs
45	37	Energieversorgung, VCC
	38	Erdung des Empfangsbereichs
	39	Energieversorgung, VEE3
	40	Energieversorgung, VEE3

Selbst in dem Fall, wo eine Lawinenphotodiode für das Lichtempfangselement verwendet wird, wie angezeigt in der Figur, kann ein Volumen von 20 cc für das Gehäuse realisiert werden.

Als nächstes wird eine Schaltungskonstruktion für das Lichtübertragungsmodul 101 in Fig. 5 erklärt.

Wie angezeigt in der Figur, kann die Schaltungskonstruktion des Lichtübertragungsmoduls 101 grob in eine Sendeschaltung, die elektrische Eingabesignale in optische Signale umwandelt, um sie auszugeben, und in eine Empfangsschaltung, die optische Eingabesignale empfängt und sie in elektrische Signale umwandelt, um sie auszugeben, aufgeteilt werden. Die Sendeschaltung und die Empfangsschaltung arbeiten unabhängig voneinander.

Jetzt ist die Sendeschaltung zusammengesetzt aus: einer Laserdiode (hiernach abgekürzt zu "LD") 206, die elektrische Eingabesignale in optische Signale umwandelt, um sie an die sendende optische Faser 102 auszugeben, einer Monitor-Photodiode (hiernach abgekürzt zu "Monitor-PD") 207, die eine optische Ausgabeleistung der LD 206 überwacht, um sie auszugeben; einer Alarmschaltung 208, die ein optisches Unterbrechungs-Alarmsignal ausgibt in dem Fall, wo die Ausgabe der Monitor-PD unter einen vorbestimmten Wert herabgesetzt ist; einem Flipflop 209 zum Erhalten innerer Datensignale durch Wellenform-Formgebung der elektrischen Signale, die durch einen Dateneingang 226 unter Verwendung von Takten, die durch einen Takteingang 227 eingegeben sind, eingegeben sind; einer Impulsstromsteuerschaltung 210, die die Amplitude des LD-Antriebsimpulsstroms steuert; einer Vorspannstromsteuerschaltung 212, die die Ausgabe der Monitor-PD 207 empfängt und die Amplitude des LD-Antriebsvorspannstroms steuert; und einer LD-Antriebsschaltung 211, die das Ausgabesignal



des Flipflops 209, die Ausgabe der Impulsstromsteuerschaltung 210 und die Ausgabe der Vorspannstromsteuerschaltung 212 empfängt und ein LD-Antriebsstromsignal ausgibt.

Unter diesen stellen die LD 206, die Monitor-PD 207, die Vorspannstromsteuerschaltung 212 und die LD-Antriebsschaltung 211 eine negative Rückkopplungsschleifenschaltung dar, die wirkt, um den Vorspannstrom zu steuern, so daß die optische Ausgabeleistung konstant gehalten wird.

Auf der anderen Seite ist die Empfangsschaltung zusammengesetzt aus: Einer Photodiode 213, die optische Eingabesignale von der empfangenden optischen Faser 106 in elektrische Signale umwandelt; einem Vorverstärker 215, der Stromsignale, in die die optischen Eingabesignale durch die Photodiode 213 umgewandelt sind, in Spannungssignale umwandelt und sie verstärkt; einem Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor, der das Ausgabesignal des Vorverstärkers 215 verstärkt und abschwächt auf eine vorbestimmte Amplitude; einer Vollwellen-Gleichrichterschaltung 217 zum Erzeugen einer Taktsignalkomponente von dem Ausgabesignal des Verstärkers 216 mit variablem Verstärkungsfaktor; einem Verzögerungselement 218 zum Regulieren der Phase des Ausgabesignals der Vollwellen-Gleichrichterschaltung 217; einem Filter 219 für akustische Oberflächenwellen 219 (hiernach abgekürzt zu "SAW-Filter"), das Taktsignale von dem Vollwellen-gleichgerichteten Signal, das durch das Verzögerungselement 218 ausgegeben ist, extrahiert; einem Begrenzungsverstärker 221 zur Wellenform-Formgebung des Ausgabesignals des SAW-Filters 219, um Taktimpulssignale zu erzeugen; einem Puffer 224, das die Ausgabe des Begrenzungsverstärkers 221 nach außen ausgibt; einer Alarmschaltung 222, die ein Taktunterbrechungs-Alarmsignal erzeugt, wenn die Amplitude des Ausgabesignals des Begrenzungsverstärkers 221 kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, und die die Daten von der Empfangsschaltung und der Taktsignalausgabe anhält; einem Puffer 225 zum Ausgeben des Alarmsignals nach außen; einem Flipflop 220, das das Ausgabesignal von dem Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor in Datenimpulse aufteilt, die Werte von "1" und "0" haben durch Verwenden von Ausgabetakimpulsen des Begrenzungsverstärkers 221, um sie wiederzugeben; und einem Puffer 223 zum Ausgeben der Ausgabe des Flipflops 220 nach außen. Wie vorher beschrieben, kann eine Lawinenphotodiode anstatt der Photodiode 213 verwendet werden, die als das Lichtempfangselement dient. Weiterhin ist in dem Fall, wo die Lawinenphotodiode verwendet wird, eine Lawinenphotodiodensteuerschaltung 214 angeordnet, die die Ausgabe des Verstärkers 216 mit variablem Verstärkungsfaktor überwacht, um die Spannung, die an die Lawinenphotodiode angelegt ist, zu steuern.

Als nächstes wird die Konstruktion der Teile in der Schaltung, die das Lichtübertragungsmodul darstellt, in Fig. 5 erklärt.

Auf der Seite der Sendeschaltung ist das oben beschriebene Lichtsendeelementmodul 201 gebildet durch hermetisches Versiegeln der LD 206 und der Monitor-PD 207 zusammen mit dem optischen Verbindungselement, der optischen Faser, usw. in einem Körper. Das Flipflop 209, die Impulsstromsteuerschaltung 210, die Alarmschaltung 208, die Vorspannstromsteuerschaltung 212 und die LD-Antriebsschaltung 211 sind in einem Chip als ein LD-Antriebsschaltungs-IC 203 gebildet, das auf der Schaltungsplatte 401 zusammen mit peripheren Bauelementen, wie z. B. Widerständen, Kondensatoren, etc., montiert ist.

Auf der anderen Seite ist auf der Seite der Empfangsschaltung die Photodiode 213 hermetisch versiegelt, um das Lichtempfangselementmodul 202 aufzubauen. Ein Vorverstärker 215 ist aus FETs, bipolaren Transistoren, Widerständen und Kondensatoren zusammengesetzt. Der Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor und die Vollwellen-Gleichrichterschaltung 217 sind in einem Chip als ein Verstärkerschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor gebildet. Das Flipflop 220, der Begrenzungsverstärker 221, die Alarmschaltung 222 und die verschiedenen Ausgangspuffer 223, 224, 225 sind in einem Chip als ein Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben gebildet, um eine Identifikation und Wiedergabe zu bewirken. Das Verzögerungselement 218, das SAW-Filter 219, der Vorverstärker 215, das Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor, das Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben sind auf der Schaltungsplatte 401 zusammen mit peripheren Bauelementen, wie z. B. Widerständen, Kondensatoren, usw., montiert. In dem Fall, wo eine Lawinenphotodiode für die Photodiode verwendet wird, ist auch eine Lawinenphotodiodensteuerschaltung 214 auf der Schaltungsplatte 401 montiert. Der Vorverstärker 215 kann entweder in einem IC gebildet sein oder nicht auf der Schaltungsplatte 401 montiert sein, sondern in dem Lichtempfangselementmodul 202 eingebaut sein.

Es ist entschieden durch Berücksichtigen eines Signalfusses, durch den die Ausgabe der Vollwellen-Gleichrichterschaltung 217 an den Begrenzungsverstärker 221 durch das Verzögerungselement 218 und das SAW-Filter eingegeben wird, und zum Zwecke des Sammelns all der Analogschaltungsabschnitte in einem Chip des Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor, daß die Vollwellen-Gleichrichterschaltung nicht in dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben eingebaut ist, sondern in dem Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor. Jedoch kann abhängig von einer Anforderung eines Entwurfs der Schaltungsplatte die Vollwellen-Gleichrichterschaltung 217 in dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben eingebaut sein. Weiterhin ist zum Zwecke des Verhinderns von Oszillation durch Verteilen des Gewinns über das Empfangssystem das Empfangssystem so konstruiert, daß es in zwei Chips aufgeteilt ist.

Die oben angezeigten drei Arten von ICs können durch Verwenden eines Bipolar-Prozesses hergestellt werden. Oberflächenmontierung auf der Schaltungsplatte kann bewirkt werden, indem sie auf einem 20-Pin LCC (Leadless Chip Carrier, anschlusbloser Chipträger) montiert werden.

Nun wird ein Aspekt des LCC-Gehäuses, das in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendet wird, in Fig. 6 erklärt. Wie in der Figur angezeigt, ist in dem vorliegenden LCC-Gehäuse jedes der ICs auf einem Keramikgehäuse 273 montiert, und die obere Oberfläche des Keramikgehäuses 273 ist hermetisch durch Verwenden einer metallischen Kappe 274 versiegelt. Damit ist es durch jedes der LCC-Gehäuse möglich, eine befriedigende Zuverlässigkeit des IC in dem relevanten Gehäuse zu versichern. Da die metallische Kappe 274 mit dem GND-Anschluß 275 verbunden ist, hat sie einen abschirmenden Effekt und somit sind weder die ICs von

außen beeinflusst, noch ergeben sich Einflüsse eines Rauschens nach außen.

Hiernach werden unterschiedliche Teile im größeren Detail beschrieben werden.

Zunächst wird eine detaillierte Schaltungskonstruktion des LD-Antriebsschaltungs-IC 203 in Fig. 7 erklärt.

Wie bezugnehmend auf Fig. 5 erklärt, weist das LD-Antriebsschaltungs-IC 203 auf: die Alarmschaltung 208, die ein optisches Ausgabeunterbrechungs-Alarmsignal ausgibt in dem Fall, wo die Ausgabe der Monitor-PD unter einen vorbestimmten Wert abgefallen ist; das Flipflop 209 zum Erhalten interner Datensignale durch Wellenform-Formgebung der elektrischen Signale, die durch den Dateneingang 226 durch Verwenden von Takten, die durch den Takteingang 227 eingegeben sind, eingegeben sind; die Impulsstromsteuerschaltung 210, die die Amplitude des LD-Antriebsimpulsstroms steuert; und die Vorspannstromsteuerschaltung 212, die die Ausgabe der Monitor-PD 207 empfängt und die Amplitude des LD-Antriebsvorspannstroms steuert.

Wie angezeigt in Fig. 7 schließt sie weiterhin ein: einen Dateneingang 226; eine Referenzschaltung 240, die eine Referenzspannung für den Takteingang 227 erzeugt; und eine Markierungsverhältnis-Erfassungsschaltung 241 (Verhältnis von hohem Pegel zu niedrigem Pegel), die die Alarmschaltung 208 und die Vorspannstromsteuerschaltung 212 so steuert, daß die Vorspannung der LD und des Alarms nicht variiert werden, und zwar abhängig von dem Markierungsverhältnis der Dateneingabe. In der Fig. 7 ist die Impulsstromsteuerschaltung 210 eine Schaltung zum Kompensieren von Charakteristiken der LD und variiert kompensierende Charakteristiken durch Verbinden von Widerständen mit Steueranschlüssen 244 und 245. Ein Vortreiber 243 ist eine Verstärkungsschaltung bei einer Stufe, die der LD-Antriebsschaltung 211 vorausgeht. Eine Konstantspannungsquelle 242 liefert eine konstante Spannung an die verschiedenen Schaltungen in dem LD-Treiberschaltungs-IC 203. Weiterhin reguliert eine Schaltung 246 zum Regulieren einer gedämpften Schwingung eine Lichtausgabewellenform so, um die optimale Lichtausgabewellenform entsprechend der Übertragungsgeschwindigkeit zu erhalten. Wie angezeigt in der Figur sind außen angebrachte Teile, die für das LD-Treiberschaltungs-IC notwendig sind, nur Widerstände und Kondensatoren.

Als nächstes wird eine detaillierte Konstruktion des Vorverstärkers 215 in Fig. 8 beschrieben.

Fig. 8 zeigt einen Fall, wo die Photodiode 213 verwendet wird. Der Vorverstärker ist konstruiert durch einen Verstärker vom Transimpedanztyp, der aus einem FET 247, einem Bipolartransistor 248, einer Pegelschiebeschaltung 249 und einem Rückkopplungswiderstand 250 besteht. Ein Merkmal dieser Konstruktion besteht darin, daß ein FET in der Eingangsstufe verwendet wird, und darin, daß er vom Transimpedanztyp ist. Auf diese Weise ist es möglich, ein Rauschen zu reduzieren und einen Verstärker 215 zu erhalten, der einen stabilen Verstärkungsbetrieb ausführt, und der für eine Massenproduktion geeignet ist. Wenn der FET oder der ganze Vorverstärker in dem Lichtempfangselementmodul 202 eingebaut ist, ist es möglich, eine Eingangskapazität des FET 247 zu vermindern und die Empfangsempfindlichkeit zu erhöhen.

Als nächstes wird eine detaillierte Konstruktion des Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor in Fig. 9 erklärt.

In dem Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor wird die Eingabe von dem Vorverstärker 215 an eine Ausgleichsschaltung 252 durch einen Eingangsanschluß 260 eingegeben. Die Ausgleichsschaltung 252 kompensiert Frequenzcharakteristiken des Vorverstärkers 215. Sie führt einen Kompensationsbetrieb aus durch Verwenden von Kondensatoren, etc., die mit einem Anschluß 262 verbunden sind. Eine Invers-Referenzspannungsschaltung 253 erzeugt eine Referenzspannung durch die gleiche Konstruktion wie die Ausgleichsschaltung 252, um die Schaltung im Gleichgewicht zu halten. Die Ausgabe der Ausgleichsschaltung 252 wird an den Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor durch einen Begrenzungsverstärker 254 eingegeben. Der Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor ist aus drei Stufen zusammengesetzt, in denen die ersten zwei Stufen eine variable Verstärkung ausführen, während die letzte eine feste Verstärkung ausführt.

Eine Ausgabeamplituden-Erfassungsschaltung 257 erfaßt Spitzenwerte der Ausgabeamplitude des Verstärkers 216 mit variablem Verstärkungsfaktor. Ein Fehlerverstärker 258 und eine AGC-Steuerschaltung 259 steuern den Verstärkungsfaktor des Verstärkers 216 mit variablem Verstärkungsfaktor, und zwar abhängig von dann erfaßten Spitzenwerten, so daß die Ausgabe des Verstärkers 216 mit variablem Verstärkungsfaktor bei einem vorbestimmten Pegel ist. Weiterhin ist, da der Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel einen hohen Verstärkungsfaktor hat, es beabsichtigt, das System mittels einer negativen Rückkopplung an den Verstärker 216 mit variablem Verstärkungsfaktor zu stabilisieren durch Verwenden einer Offset-Steuerschaltung. Eine Konstantspannungsquelle 255 liefert eine konstante Spannung an die verschiedenen Schaltungen in dem Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor.

Hier kann die Ausgabe des Verstärkers mit variablem Verstärkungsfaktor durch den Ausgangsanschluß 251 herausgenommen werden. Weiterhin ist die Taktsignalkomponente in der Ausgabe des Verstärkers 216 mit variablem Verstärkungsfaktor durch Ausgangsanschlüsse 265 und 266 durch die Vollwellen-Gleichrichterschaltung 217 herausgenommen. Auf der anderen Seite ist in dem Fall, wo eine Lawinendiode für die Photodiode 213 verwendet wird, die Ausgabe des Fehlerverstärkers 258 durch Ausgangsanschlüsse 263 und 264 herausgenommen und verwendet, um die Lawinenphotodiode zu steuern. Außen angebrachte Teile, die durch das Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor erfordert werden, sind nur Widerstände und Kondensatoren, und keine aktiven Elemente, wie z. B. Transistoren, Dioden, usw., sind erforderlich.

Als nächstes wird eine detaillierte Konstruktion des Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben in Fig. 10 erklärt.

In dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben ist Bezugszeichen 220 das Flipflop, das in Fig. 5 angezeigt ist; 221 ist ein Begrenzungsverstärker; 222 ist eine Alarmschaltung; 223, 224 und 225 sind Ausgangspuffer. Eingabedaten von den Ausgangsanschlüssen 251 des Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor werden durch einen Eingangsanschluß 270 eingegeben und an das Flipflop 220 durch einen Slice-Verstärker 267 eingegeben. Ein Ausgabesteuersignal wird durch einen Eingangsanschluß 271 eingegeben und an eine Abschalt-Schaltung 268 eingegeben. Normalerweise ist der Alarmausgangsanschluß 234 mit

einem Eingangsanschluß 271 verbunden. Eine Offset-Steuerschaltung 269 kompensiert einen Offset des Begrenzungsverstärkers 221. Der Taktoutput von dem SAW-Filter 219 ist mit einem Eingangsanschluß 272 verbunden. In dem vorliegenden Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben wird ein Phasenanpassen zwischen den Datenausgaben 230 und 231 und den Taktoutputs 232 und 233 innerhalb des IC bewirkt. Das heißt, jeder der Ausgangspuffer 223 und 224 ist aus einer Vielzahl von Stufen von Differenzverstärkern zusammengesetzt, so daß die Anzahl von internen Stufen von Ausgangspuffern für den Takt größer ist als die Anzahl von internen Stufen von Ausgangspuffern für die Daten, und zwar um eine Anzahl entsprechend der Verzögerung der Ausgabe in dem Flipflop 220. Aus diesem Grund ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel das Phasenanpassen durch außen angebrachte Verzögerungselemente, was bisher nötig war, unnötig. Weiterhin ist, da alle die Eingabe- und Ausgabesignale differenziell sind, das System so konstruiert, daß ein Lecken von Signalen durch die Energieversorgung vollständig vermieden werden kann. Weiterhin ist es möglich, einen stabilen Betrieb bezüglich kleiner Variationen in der optischen Eingabe zu realisieren, indem man der Alarmschaltung 222 Hysterese-Charakteristiken haben läßt. Da die Alarmschaltung und der Ausgangspuffer in dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben eingebaut sind, sind Teile, die außen angebracht werden sollen, nur Widerstände und Kondensatoren.

Als nächstes wird ein Gehäuse des SAW-Filters 219 in Fig. 11 erklärt.

Ein Keramikgehäuse 305 vom Typ zum Oberflächenmontieren ist für das SAW-Filter 219 angepaßt. Dies ist zum Zwecke des Erleichterns des Montierens der Schaltung und des Reduzierens der Ausmaße. Die Höhe der Teile in dem SAW-Filter 219 beträgt 2 mm, was eine gleiche Größenordnung ist wie jene von gewöhnlichen Kondensatoren, Widerständen, IC, etc., und es gibt keine Begrenzung in dem Montieren durch die Höhe der Teile. Der Eingangsanschluß 307 und der Ausgangsanschluß 308 für die Signale sind an den Seiten gebildet, die einander in der Längsrichtung gegenüberliegen, und sind entlang des Signalfußes angeordnet. 309 und 310 stellen GND-Anschlüsse dar. Die obere Oberfläche des Keramikgehäuses 305 ist hermetisch durch eine metallische Kappe versiegelt. Auf diese Weise wird eine Zuverlässigkeit durch dieses Gehäuse alleine versichert. Da die metallische Kappe 306 mit dem GND-Anschlüssen 309 und 310 verbunden ist, hat sie einen abschirmenden Effekt. Daher werden weder die Schaltungen durch ein Rauschen von außen beeinflusst, noch geben sie Einflüsse eines Rauschens nach außen.

Da die Schaltungen für 52 Mb/s und jene für 156 MB/s in dem gleichen Gehäuse montiert werden können, ist es nicht notwendig, Schaltungsplatten abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit auszuwechseln. Weiterhin kann das SAW-Filter 219 mit einer Eingangs- und Ausgangsimpedanzanpassung von 50  $\Omega$  verwendet werden. Aus diesem Grund ist ein Musterentwurf für die Schaltungsplatte leicht, und das SAW-Filter 219 kann leicht alleine gemessen werden mittels üblicher Instrumente.

Nun wird das Montieren der verschiedenen Teile auf der Schaltungsplatte 401 beschrieben werden.

Der Zustand des Montierens auf der Vorderoberfläche der Schaltungsplatte ist in Fig. 12A und 12B angezeigt, während jener auf der Rückoberfläche davon in Fig. 13A und 13B angezeigt ist. Fig. 12A und 13A zeigen eine Anordnung von Teilen, während Fig. 12B und 13B einen Aspekt einer Verdrahtung zeigen. In den Teileanordnungsdiagrammen, angezeigt in Fig. 12A und 13A, stellen R, C, L, Q und D jeweils einen Widerstand, einen Kondensator, eine Spule, einen Transistor und eine Diode dar. Zusätzlich zeigt eine Markierung O auf dem Schaltungsplattenmuster eine Leitungsverbindung mit einer inneren Schicht an.

Wie oben beschrieben, sind in den vorliegenden Ausführungsbeispielen der Sendebereich und der Empfangsbereich auf einer Schaltungsplatte 401 montiert, um die Ausmaße zu reduzieren und um die Anzahl von Montierschritten herabzusetzen. Eine Keramikschaltungsplatte, in der Durchgangslöcher gebildet werden können, die nur zu einer inneren Schicht leiten, wird für die Schaltungsplatte 401 verwendet, um ein Montieren mit hoher Dichte zu ermöglichen. Äußere Abmessungen der Keramikschaltungsplatte betragen 22,6 mm x 46,0 mm und sie ist 1,2 mm dick. Der Sendebereich und der Empfangsbereich sind elektrisch isoliert.

Da die Verstärkungsfaktoren von dem Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor und dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben hoch sind, sollte eine Isolation zwischen dem Eingang und dem Ausgang für jeden Verstärker hoch sein. Damit sollten in dem in Fig. 6 angezeigten LCC-Gehäuse und in dem in Fig. 11 angezeigten SAW-Filter die Isolation zwischen dem Eingang und dem Ausgang und die Isolation zwischen Verdrahtungen hoch sein. Deshalb besteht die Schaltungsplatte 401 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus sechs Schichten. Interne Schichtmuster und Teile, die auf jeder Oberfläche durch Oberflächenmontieren montiert sind, sind durch Durchgangslöcher verbunden. Die GND- und Energieversorgungsmuster sind auf internen Schichten angeordnet, um eine Impedanz zu reduzieren. Weiterhin sind, um ein Strahlungsrauschen, d. h. ein Übersprechen, zum Äußersten zu verhindern, Signalleitungen, durch die Signale mit großen Amplituden laufen, auf internen Schichten angeordnet und durch die GND- und Energieversorgungsmuster überdeckt.

Die Schaltungen, die zu dem Sendebereich gehören, nehmen etwa 1/4 der ganzen Oberfläche der Schaltungsplatte 401 ein und sie sind so angeordnet, daß deren Verbindung mit dem Lichtsendeelementmodul 201 am kürzesten ist. Die GND- und die Energieversorgung des Sendesystems und des Empfangssystems sind vollständig von den internen Schichten isoliert und sie sind mit Verdrahtungen mit großen Querschnitten konstruiert, d. h. von fester Struktur, um die Impedanz zu reduzieren. Dank der festen Struktur kann eine große Fläche der Oberfläche der Schaltungsplatte geerdet werden. Als ganzes ist das Layout so entworfen, daß die Hauptsignalsysteme des Empfangsbereichs und das Gleichstromsignalsystem des Sendebereichs auf der Vorderoberfläche der Schaltungsplatte montiert sind, während das Hauptsignalsystem des Sendebereichs und das Gleichstromsignalsystem des Empfangsbereichs auf der Rückoberfläche davon montiert sind.

Fig. 17 zeigt die feste Struktur der Muster auf den internen Schichten der Schaltungsplatte.

Die Anordnung der Energieversorgung und der Erdung bzw. von GND, die auf den internen Schichten getrennt ist, ist festgelegt worden unter Berücksichtigung folgender Punkte.

Der erste Punkt ist, ein Strahlungsrauschen zu reduzieren, das durch den LD-Treiberimpulsstrom erzeugt wird, der die LD schaltet. Der LD-Treiberimpulsstrom, der die LD schaltet, fließt durch eine biegsame Schaltungsplatte 410 zwischen der Schaltungsplatte 401 und dem Lichtsendeelementmodul 201. Auf diese Weise wird ein Strahlungsrauschen, das ein Faktor des Absenkens der Empfangsempfindlichkeit ist, durch die biegsame Schaltungsplatte 410 erzeugt. Daher wird, um dieses Strahlungsrauschen zu reduzieren, die biegsame Schaltungsplatte 410, d. h. die GND-Schicht (503) des Sendesystems, die mit dem Anodenanschluß der LD verbunden ist, durch eine feste Verdrahtung von der zweiten zu der vierten Schicht gebildet, um eine Impedanz zu reduzieren.

Der zweite Punkt sind Maßnahmen zum Verhindern von Oszillation der Verstärker, die in dem in Fig. 6 angezeigten LCC-Gehäuse montiert sind. Um eine hohe Isolation zwischen dem Eingang und dem Ausgang jeder der Verstärker zu haben und um eine Rauscheingabe und -ausgabe zu/von der metallischen Kappe des LCC-Gehäuses zu reduzieren, sind feste Schichten 501 und 502 für die Energieversorgung des Empfangssystems auf der Seite der ersten Schicht angeordnet, auf der das Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor und das Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben montiert sind. Das heißt, auf der zweiten Schicht und auf der anderen Seite ist eine feste Schicht 505 für die Energieversorgung des Sendesystems auf der Seite der sechsten Schicht angeordnet, auf der das LD-Treiberschaltungs-IC 203 montiert ist, d. h. auf der fünften Schicht. Weiterhin ist für die Isolierung des SAW-Filters eine feste Schicht 504 für die Erdung bzw. GND des Empfangssystems auf der fünften Schicht angeordnet, wobei die Sichtweise identisch zu jener oben beschrieben ist.

Das vorliegende Ausführungsbeispiel zeigt die Anordnung einer Verdrahtung auf den internen Schichten bei einem Betrieb mit einer negativen Energieversorgung, und bei einem Betrieb mit einer positiven Energieversorgung ist es möglich, eine Isolation ähnlich zu jener, die in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erhalten ist, durch Invertieren der Energieversorgungsschicht und der GND-Schicht zu versichern.

Das Montieren wird in einem Hybrid-Montieren und auf beiden Seiten bewirkt, um die Ausmaße der Schaltungsplatte 401 zu reduzieren. Teile zum Oberflächen-Montieren, die klein sind, werden für fast alle Teile verwendet. Da das LD-Treiberschaltungs-IC, das Verstärkerschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor, das Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben und das SAW-Filter 219 einzelne Teile sind, die unabhängig voneinander hermetisch versiegelt sind, kann das Montieren der Teile nur durch einen Aufschmelzlötschritt bewirkt werden. Da die IC-Gehäuse und das Gehäuse für das SAW-Filter aus einem Keramikmaterial hergestellt sind, welches das gleiche Material wie die Schaltungsplatte 401 ist, haben sie weiterhin einen gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, und damit kann eine Zuverlässigkeit gegen Wärme in befriedigender Weise versichert werden. Da Keramik ein Material mit einer hohen thermischen Leitfähigkeit ist, kann erwartet werden, daß eine Widerstandszunahme wegen Wärme durch eine Wärmeabfuhr reduziert wird. Weiterhin sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel alle Anschlußenden, die das Lichtübertragungsmodul 101 mit der Schaltungsplatte 104 verbinden, auf dem Erdungspotential bzw. GND-Potential mit Ausnahme der notwendigen Energieversorgungs- und Signalanschlüsse, so daß Wärme zu der Schaltungsplatte 104 abgeführt wird. Die Schaltungsplatte 401 ist in drei Gebiete aufgeteilt, die fast gleiche Flächen haben, und jedes der drei Arten von ICs, die hohe elektrische Leistung verbrauchen und damit beträchtliche Wärme erzeugen, ist in jedem der Gebiete angeordnet, um eine ungleichmäßige Temperaturverteilung zu eliminieren.

Anschlußenden, die nachher angebracht werden, werden für die Anschlußenden zum Verbinden des Lichtübertragungsmoduls 101 mit der Schaltungsplatte 104 verwendet. Muster für eine Vielzahl von Schaltungsplatten 401 sind auf einer gleichen Platte gebildet und in getrennte Schaltungsplatten aufgeteilt, nachdem die Teile automatisch darauf montiert worden sind. Jede der gedruckten Schaltungsplatten 401 ist hergestellt durch Anbringen von Anschlußenden auf jede der gedruckten Schaltungsplatten 401, die durch diese Aufteilung erhalten werden. Auf diese Weise ist es möglich, sie automatisch mit einer hohen Wirtschaftlichkeit des Montierens herzustellen und die Anzahl der Montierschritte zu vermindern. Die verbindenden Anschlußenden werden auf die Schaltungsplatte 401 so angebracht, um sich in der dazu senkrechten Richtung zu erstrecken. Die Teile, die für 52 Mb/s verwendet werden, und jene, die für 156 Mb/s verwendet werden, haben gleiche Gestalt, so daß die Schaltungsplatte 401 damit gemeinsam verwendet werden kann.

Wie angezeigt in der Figur sind der Vorverstärker 215, das Verstärkungsschaltungs-IC 204 mit variablem Verstärkungsfaktor und das Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben auf einer gleichen Oberfläche montiert, so daß die kürzeste Verdrahtung für das Hauptsignal möglich ist. Das SAW-Filter 219 ist auf der Rückoberfläche des Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Reproduzieren montiert, und das extrahierte Taktsignalausgangsmuster ist mit dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben auf dem kürzesten Weg durch Durchgangslöcher verbunden. Anschlüsse, die das Lichtübertragungsmodul mit dem Äußeren verbinden, sind nicht in der Nachbarschaft des Eingangs- und des Ausgangsanschlusses des SAW-Filters 219 angeordnet, um ein Mischen von Rauschen in das SAW-Filter 219 zu verhindern.

Eine Verbindung des Vorverstärkers 215 mit dem Lichtempfangselementmodul 202 ist ebenso bewirkt, um auf dem kürzesten Weg zu sein. Der Teil des Vorverstärkers 215, der kleine Signale verstärkt, hat eine Doppelabschirmstruktur, um ein Mischen von Strahlungsrauschen zu verhindern. Kein internes Schichtmuster ist für den Vorverstärker 215 verwendet, um parasitäre Kapazitäten aufs äußerste zu reduzieren, die signifikante Einflüsse auf eine Rauscherzeugung haben.

Wenn das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 eng zueinander montiert wären, um die Montierdichte auf der Schaltungsplatte 104 zu erhöhen, wäre es hier unvermeidlich notwendig, den Vorverstärker 215 und das LD-Treiberschaltungs-IC 203 eng zueinander zu montieren. Da es jedoch nicht wünschenswert ist, sie eng zueinander anzuordnen, ist das LD-Treiberschaltungs-IC 203 auf einer Oberfläche montiert, die unterschiedlich von der Oberfläche ist, auf der der Vorverstärker 215 montiert ist. Weiterhin sind das LD-Treiberschaltungs-IC 203 und das Lichtsendeelementmodul 201 auf dem kürzesten Weg verdrahtet.

durch Verwenden interner Schichten. Ein Übersprechen wegen einem Strahlungsrauschen und einem Leckrauschen von der Energieversorgung wird durch Verbinden der Gehäuse für das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 jeweils mit der Erdung bzw. GND für den Sendebereich und den Empfangsbereich verhindert.

Störungen zwischen Daten und Takt ist reduziert und Zittern ist herabgesetzt durch entfernt voneinander Anordnen von Ausgangsstiften für den Datenausgang 230, den Datenausgang 231 mit inverser Phase, den Taktausgang 232 und den Taktausgang 233 mit inverser Phase, welche eingegeben und ausgegeben werden zu/von der gedruckten Schaltungsplatte 401. Dies gilt auch für die Anordnung der Eingangs- und Ausgangsstifte in dem Schaltungs-IC 205 zum Identifizieren und Wiedergeben. Obwohl ein Fall, wo eine Photodiode für das Lichtempfangselementmodul in dem Lichtempfangselement 202 verwendet ist, im obigen erklärt worden ist, beziehend auf Fig. 12A, 12B, 13A und 13B, kann die Lawinenphotodioden-Steuerschaltung 214 auf der gedruckten Schaltungsplatte 401 hinzugefügt werden in dem Fall, wo eine Lawinenphotodiode dafür verwendet wird.

Hier wird eine Hochspannungserzeugungsschaltung, welche eine hohe Spannung an die Lawinenphotodiode anlegt, in der Lawinenphotodioden-Steuerschaltung 214 eingeschlossen. Diese Hochspannungserzeugungsschaltung ist eine Schaltung, die einen Schaltbetrieb von Transistoren benutzt, die ein Rauschen bei dem Schaltbetrieb erzeugen.

Daher ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Hochspannungserzeugungsschaltung 601 an der Stelle montiert, die am entferntesten von dem Lichtempfangselementmodul 202 ist, wie angezeigt in Fig. 18, um ein Absenken in der Empfangsempfindlichkeit wegen eines Strahlungsrauschens der Hochspannungserzeugungsschaltung zu unterdrücken. Zusätzlich sind eine Abschirmplatte A 602 und eine Abschirmplatte B 603 auf der gedruckten Schaltungsplatte 401 montiert, um ein Strahlungsrauschen zu unterdrücken. Die internen Schichten in der gedruckten Schaltungsplatte 401 sind in drei Systeme aufgeteilt, d. h. das Sendesystem, das Empfangssystem und das Hochspannungserzeugungssystem. Die Abschirmplatte A 602 und die Abschirmplatte B 603 sind durch deren Löten auf eine feste Erdungsschicht für das Hochspannungserzeugungsschaltungs-System montiert. Obwohl in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, um eine Massenproduktivität zu erhöhen, ein einkörperartiges Konstruktionsverfahren zusammen mit dem Gehäuse A 405 und dem Gehäuse B 409 angenommen ist, und eine Isolation durch Verwenden der Abschirmplatte A 602 und der Abschirmplatte B 603 angenommen ist, kann ein Konstruktionsverfahren, durch welches der Hochspannungserzeugungsschaltungs-Bereich und das Sende- und Empfangssystem auf zwei aufgeteilt sind, wie angezeigt in Fig. 19, statt dessen verwendet werden.

Obwohl in dem obigen eine Erklärung gegeben worden ist unter Verwendung des Lichtempfangselementmoduls als ein Beispiel, kann ein zu dem oben Beschriebenen ähnlicher Effekt ebenso erhalten werden für das Lichtsendeelementmodul.

Als nächstes werden das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 im größeren Detail unten beschrieben werden.

Fig. 14 zeigt einen Aspekt des Lichtsendeelementmoduls 201, während Fig. 15 einen Aspekt des Lichtempfangselementmoduls 202 anzeigt.

Wie angezeigt in den Figuren, sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Gehäuse für das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 zylindrisch, um ein Verkleinern zu realisieren. Der Durchmesser eines zylindrischen Teils beträgt 6,5 mm. Die Laserdiode 206 und die Monitor-Photodiode 207 sind in dem Lichtsendeelementmodul 201 montiert, und optische Signale werden nach außen gesendet durch die sendende optische Faser 301. Die Photodiode oder Lawinenphotodiode 213 ist in dem Lichtempfangselementmodul 202 montiert, das optische Signale, die durch die empfangende optische Faser 302 eingegeben sind, in elektrische Signale umwandelt.

Das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 sind hermetisch versiegelt, und eine Zuverlässigkeit kann durch diese Teile alleine versichert werden. Weiterhin sind die Gehäuse für das Lichtsendeelementmodul 201 und das Lichtempfangselementmodul 202 aus Metall hergestellt und zusätzlich jeweils mit den Anschlußstiften 303 und 304 verbunden, um einen Abschirmeffekt zu erhalten. Damit sind sie nicht durch ein Rauschen von außen beeinflusst.

Schließlich wird ein Montievorgang des Lichtübertragungsmoduls erklärt werden.

In Fig. 12A werden die Form (A) 402, die an dem Abschirmgehäuse (B) 407 fixiert ist, die gedruckte Schaltungsplatte 401, auf der elektronische Schaltungsteile und die Anschlußenden 404 montiert sind, und das Gehäuse (A) 405 kombiniert. Als nächstes wird das Lichtempfangselementmodul 202 auf der gedruckten Schaltungsplatte 401 durch Löten montiert, und das Lichtsendeelementmodul 202 wird auf der gedruckten Schaltungsplatte 401 durch die biegsame Platte 410 montiert.

Danach wird das Abschirmgehäuse (A) 411 montiert und durch Löten fixiert, um die Anschlußenden des Vorverstärkers 215 und des Lichtempfangselements 202 abzudecken. Zu dieser Zeit sind das Abschirmgehäuse (A) 411 und das Abschirmgehäuse (A) 407 miteinander gekoppelt, so daß der Vorverstärker 215 perfekt abgeschirmt ist und so daß ein Strahlungsrauschen von dem benachbarten Lichtsendeelementmodul 201 abgefangen wird.

Dann wird der geschnittene und angehobene Teil des Gehäuses (A) 405 gebogen und an das Abschirmgehäuse A (411) gelötet, das auf der gedruckten Schaltungsplatte 401 montiert ist. Danach werden die Form (B) 403, das Schaltungsplatten-Druckstück 408 bzw. das die gedruckte Schaltungsplatte drückende Stück 408 und das Gehäuse (B) 409 auf der Schaltungsplatte 401 montiert und daran befestigt mittels Flachkopfschrauben 406, die 8 mm lang sind.



## Patentansprüche

1. Lichtübertragungsmodul, welches aufweist:  
 eine erste optische Faser (106) zum Empfangen eines ersten optischen Signals von außen;  
 eine zweite optische Faser (102) zum Senden eines zweiten optischen Signals nach außen;  
 ein optoelektrisches Wandlerelement (213), das mit der ersten optischen Faser verbunden ist, zum Umwandeln des ersten optischen Signals in ein empfangenes elektrisches Signal;  
 ein Lichtempfangselementmodul (202) zum Aufnehmen des optoelektrischen Wandlerelements und zum hermetischen Versiegeln eines Verbindungsabschnitts zwischen dem optoelektrischen Wandlerelement und der ersten optischen Faser;  
 eine Empfangsschaltung (204, 205, 215, 219) zum Wiedergeben empfangener Daten von dem empfangenen elektrischen Signal, um sie auszugeben;  
 eine Sendeschaltung (203) zum Umwandeln von zu sendenden Daten in ein zu sendendes elektrisches Signal;  
 ein Lichtsendeelement (206), das mit der zweiten optischen Faser verbunden ist und durch die Sendeschaltung angetrieben ist, zum Umwandeln des zu sendenden elektrischen Signals in das zweite optische Signal;  
 ein Lichtsendeelementmodul (201) zum Aufnehmen des Lichtsendeelements und zum hermetischen Versiegeln eines Verbindungsabschnitts zwischen dem Lichtsendeelement und der zweiten optischen Faser;  
 eine gedruckte Schaltungsplatte (401), auf der die Empfangsschaltung und die Sendeschaltung montiert sind, wobei sie elektrisch voneinander isoliert sind; und  
 eine Form zum Versiegeln des Lichtempfangselementmoduls, des Lichtsendeelementmoduls und der gedruckten Schaltungsplatte in einem Körper.
2. Lichtübertragungsmodul gemäß Anspruch 1, worin das Lichtsendeelement eine Laserdiode aufweist.
3. Lichtübertragungsmodul gemäß Anspruch 1, worin das optoelektrische Wandlerelement eine Photodiode aufweist.
4. Lichtübertragungsmodul gemäß Anspruch 1, worin das optoelektrische Wandlerelement eine Lawinendiode aufweist.
5. Lichtübertragungsmodul gemäß Anspruch 1, worin die Empfangsschaltung aufweist:  
 ein Verstärkungsschaltungs-IC (204) zum Verstärken des empfangenen elektrischen Signals;  
 ein Filter (219) für akustische Oberflächenwellen zum Extrahieren einer Taktkomponente von einem elektrischen Signal, das durch das Verstärkungsschaltungs-IC verstärkt ist; und  
 ein identifizierendes und wiedergebendes Schaltungs-IC (205) zum Umwandeln des empfangenen elektrischen Signals, das dadurch verstärkt ist, in die empfangenen Daten mit einer Zeitgabe der Taktkomponente von dem Filter für akustische Oberflächenwellen.
6. Lichtübertragungsmodul gemäß Anspruch 1, worin die Form aus Harz, das Glasfaser einschließt, hergestellt ist.
7. Lichtübertragungsmodul, das ein von einer empfangenden optischen Faser (106) empfangenes optisches Signal in ein empfangenes elektrisches Signal umwandelt, um es auszugeben, und das ein eingegebenes, zu übertragendes elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt, um es an eine sendende optische Faser (102) auszugeben, wobei das Modul aufweist:  
 (a) ein Lichtempfangselementmodul (202), in dem ein optoelektrisches Wandlerelement (213) und ein Kopplungsabschnitt zwischen dem optoelektrischen Wandlerelement der empfangenden optischen Faser hermetisch versiegelt sind;  
 (b) ein Lichtsendeelementmodul (201), in dem ein Lichtsendeelement (206), das durch ein elektrisches Signal angetrieben ist, und ein Kopplungsabschnitt zwischen dem Lichtsendeelement und der sendenden optischen Faser hermetisch versiegelt sind;  
 (c) eine zweiseitige gedruckte Schaltungsplatte (401), auf deren beiden Seiten eine Sendeschaltung, die das Lichtsendeelement antreibt, das auf einen Wert der eingegebenen, zu übertragenden Daten antwortet, und eine Empfangsschaltung, die die empfangenen Daten wiedergibt von dem elektrischen Signal, das durch Umwandlung mittels des optoelektrischen Wandlerelements erhalten ist, um sie auszugeben, montiert sind, und zwar elektrisch voneinander isoliert; und  
 (d) eine Form, die das Lichtempfangselementmodul, das Lichtsendeelementmodul und die zweiseitige gedruckte Schaltungsplatte in einem Körper unter Verwendung von Harz umhüllt.
8. Lichtübertragungsmodul, das ein optisches Signal, das von einer empfangenden optischen Faser (106) empfangen ist, in ein empfangenes elektrisches Signal umwandelt, um es auszugeben, und das ein eingegebenes, zu übertragendes elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt, um es an eine sendende optische Faser (102) auszugeben, wobei das Modul aufweist:  
 (a) ein Lichtempfangselementmodul (202), in dem eine Photodiode (213) und ein Kopplungsabschnitt zwischen der Photodiode und der empfangenden optischen Faser hermetisch versiegelt sind;  
 (b) ein Lichtsendeelementmodul (201), in dem eine Laserdiode (206), die durch ein elektrisches Signal angetrieben wird, und ein Kopplungsabschnitt zwischen der Laserdiode und der sendenden optischen Faser hermetisch versiegelt sind;  
 (c) eine zweiseitige gedruckte Schaltungsplatte (401), auf deren beiden Seiten ein Sendeschaltungs-IC (203), das die Laserdiode antreibt, die auf einen Wert der eingegebenen, zu übertragenden Daten anspricht, ein Verstärkerschaltungs-IC (204, 215), das ein empfangenes elektrisches Signal verstärkt, das durch Umwandlung mittels der Photodiode erhalten ist, ein Filterchip (219) für akustische Oberflächenwellen zum Extrahieren einer Taktkomponente von einem elektrischen Signal, das durch das Verstärkerschaltungs-IC verstärkt ist, und ein identifizierendes und wiedergebendes Schaltungs-IC

(205) zum Identifizieren eines elektrischen Signals, das durch Umwandlung mittels der Photodiode erhalten ist, mit einer Zeitgabe der Taktkomponente, die durch den Filterchip für akustische Oberflächenwellen extrahiert ist, um die empfangenen Daten wiederzugeben und sie auszugeben, montiert sind; und

(d) eine Form, die das Lichtempfangselementmodul, das Lichtsendeelementmodul und die zweiseitige Schaltungsplatte in einem Körper versiegelt durch Verwenden eines Harzes.

9. Lichtübertragungsmodul, das ein von einer empfangenden optischen Faser (106) empfangenes optisches Signal in ein empfangenes elektrisches Signal umwandelt, um es auszugeben, und das ein eingegebenes, zu übertragendes elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt, um es an eine sendende optische Faser (102) auszugeben, wobei das Modul aufweist:

(a) ein Lichtempfangselementmodul (202), in dem eine Lawinenphotodiode (213), die ein eingegebenes optisches Signal in ein elektrisches Signal abhängig von einer daran angelegten Spannung umwandelt, und ein Kopplungsabschnitt zwischen der Lawinenphotodiode und der empfangenden optischen Faser hermetisch versiegelt sind;

(b) Lichtsendeelementmodul (201), in dem eine Laserdiode (206), die durch ein elektrisches Signal angetrieben ist, und ein Kopplungsabschnitt zwischen der Laserdiode und der sendenden optischen Faser hermetisch versiegelt sind;

(c) eine zweiseitige Schaltungsplatte (401), auf deren beiden Seiten ein Sendeschaltungs-IC (203), das die Laserdiode antreibt, die auf einen Wert von den eingegebenen, zu übertragenden Daten antwortet, ein Verstärkerschaltungs-IC (204, 215), der ein empfangenes elektrisches Signal verstärkt, das durch Umwandlung mittels der Lawinenphotodiode erhalten ist, ein Filterchip (219) für akustische Oberflächenwellen zum Extrahieren einer Taktkomponente von einem elektrischen Signal, das durch das Verstärkungsschaltungs-IC verstärkt ist, und ein identifizierendes und wiedergebendes Schaltungs-IC (205) zum Identifizieren eines elektrischen Signals, das durch Umwandlung mittels der Lawinenphotodiode erhalten ist, mit einer Zeitgabe der Taktkomponente, die durch den Filterchip für akustische Oberflächenwellen extrahiert ist, um die empfangenen Daten wiederzugeben und sie auszugeben, und eine Lawinenphotodioden-Steuerschaltung (214), die eine Spannung, die an die Lawinenphotodiode angelegt ist, steuert, die auf ein elektrisches Signal antwortet, das von dem Verstärkungsschaltungs-IC verstärkt ist, montiert sind; und

(d) eine Form, die das Lichtempfangselementmodul, das Lichtsendeelementmodul und die zweiseitige Schaltungsplatte in einem Körper versiegelt durch Verwenden eines Harzes.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen



FIG. 1

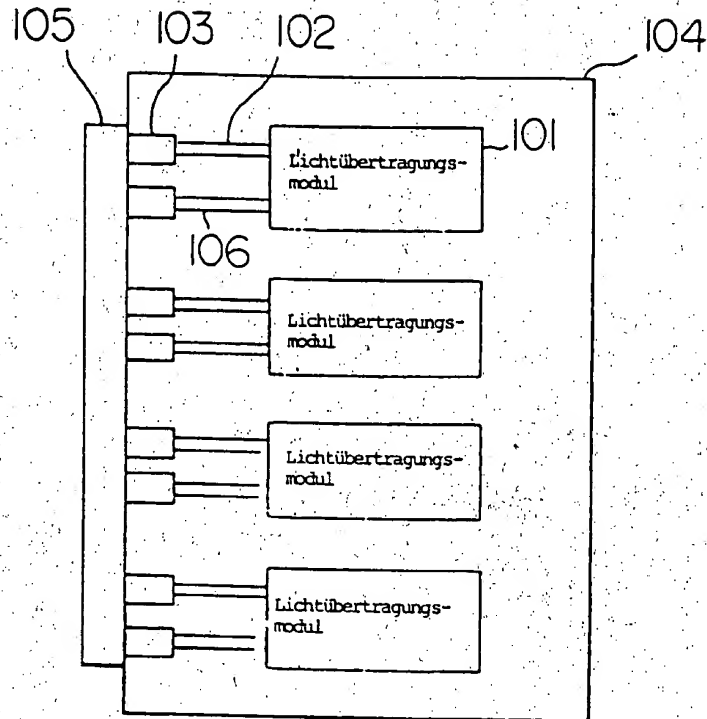


FIG. 2A

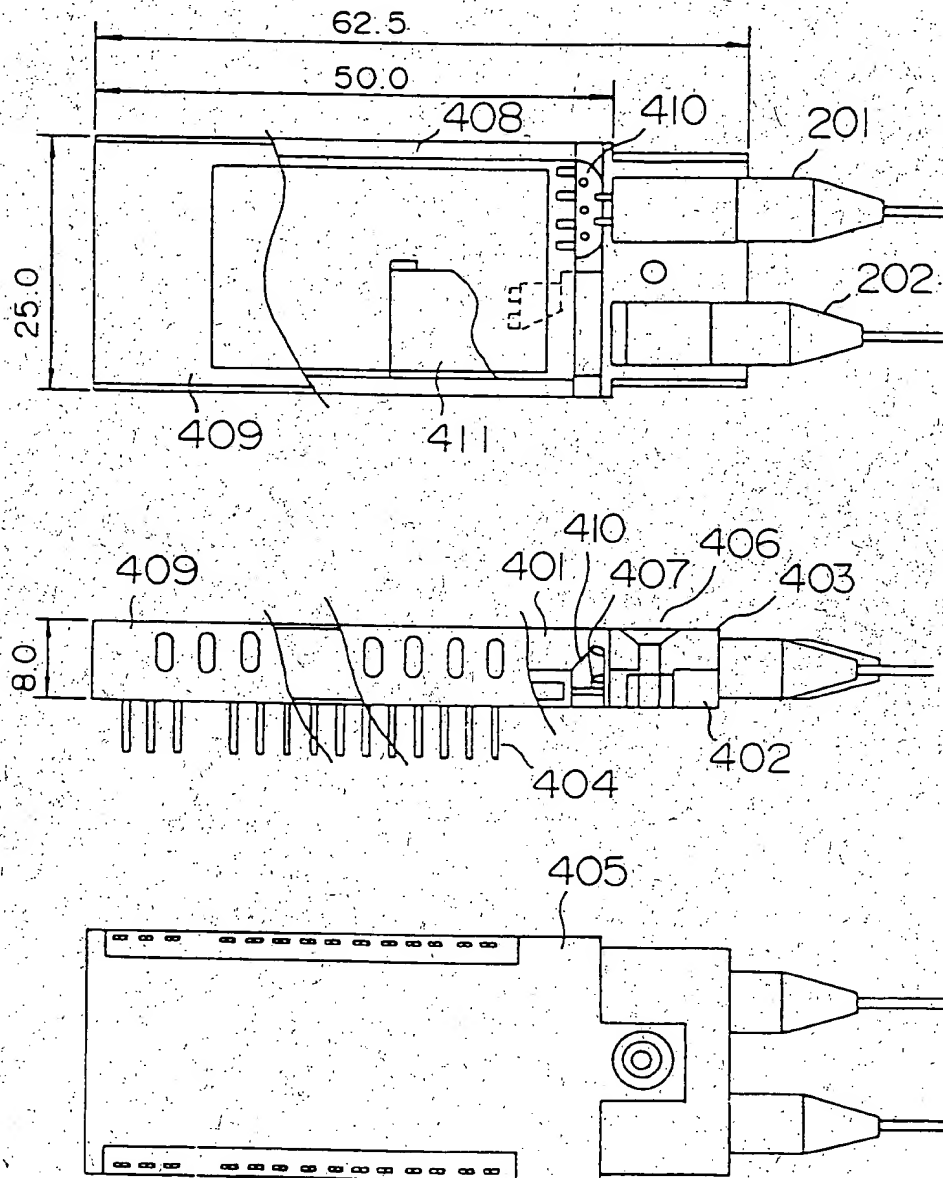


FIG. 2B

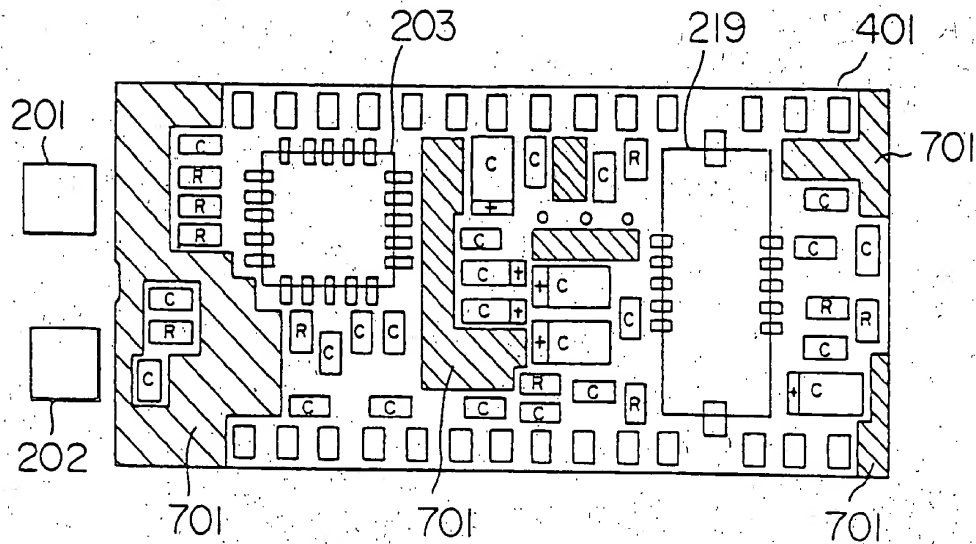


FIG. 2C

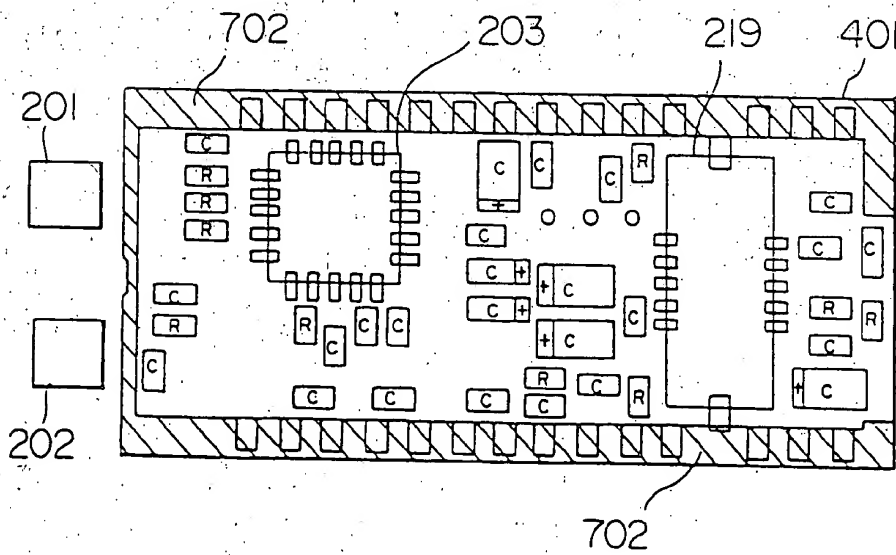


FIG. 3

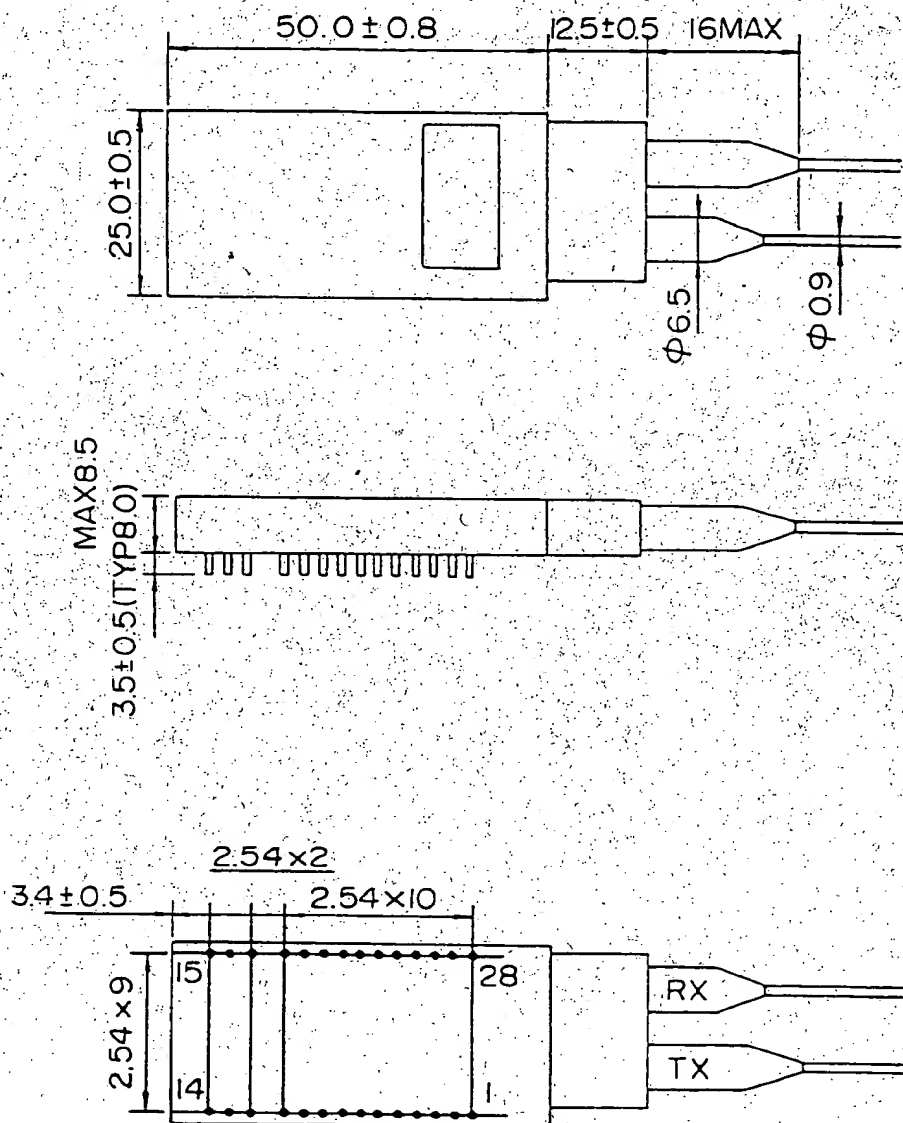


FIG. 4

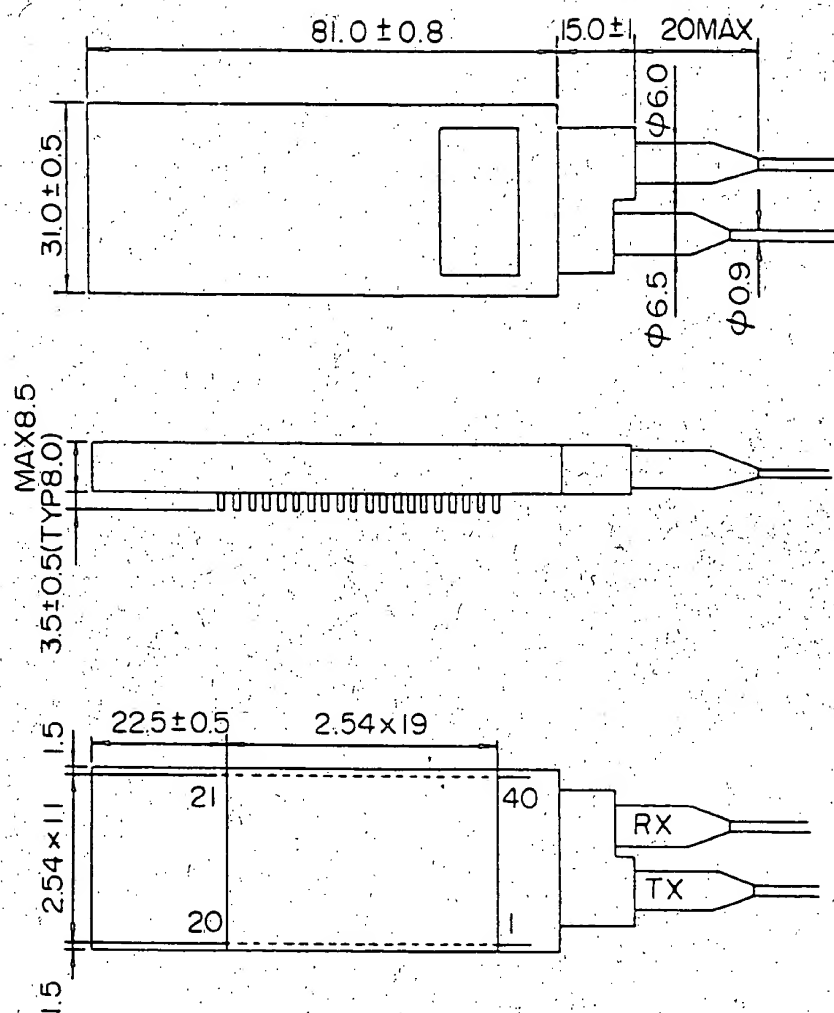


FIG. 5

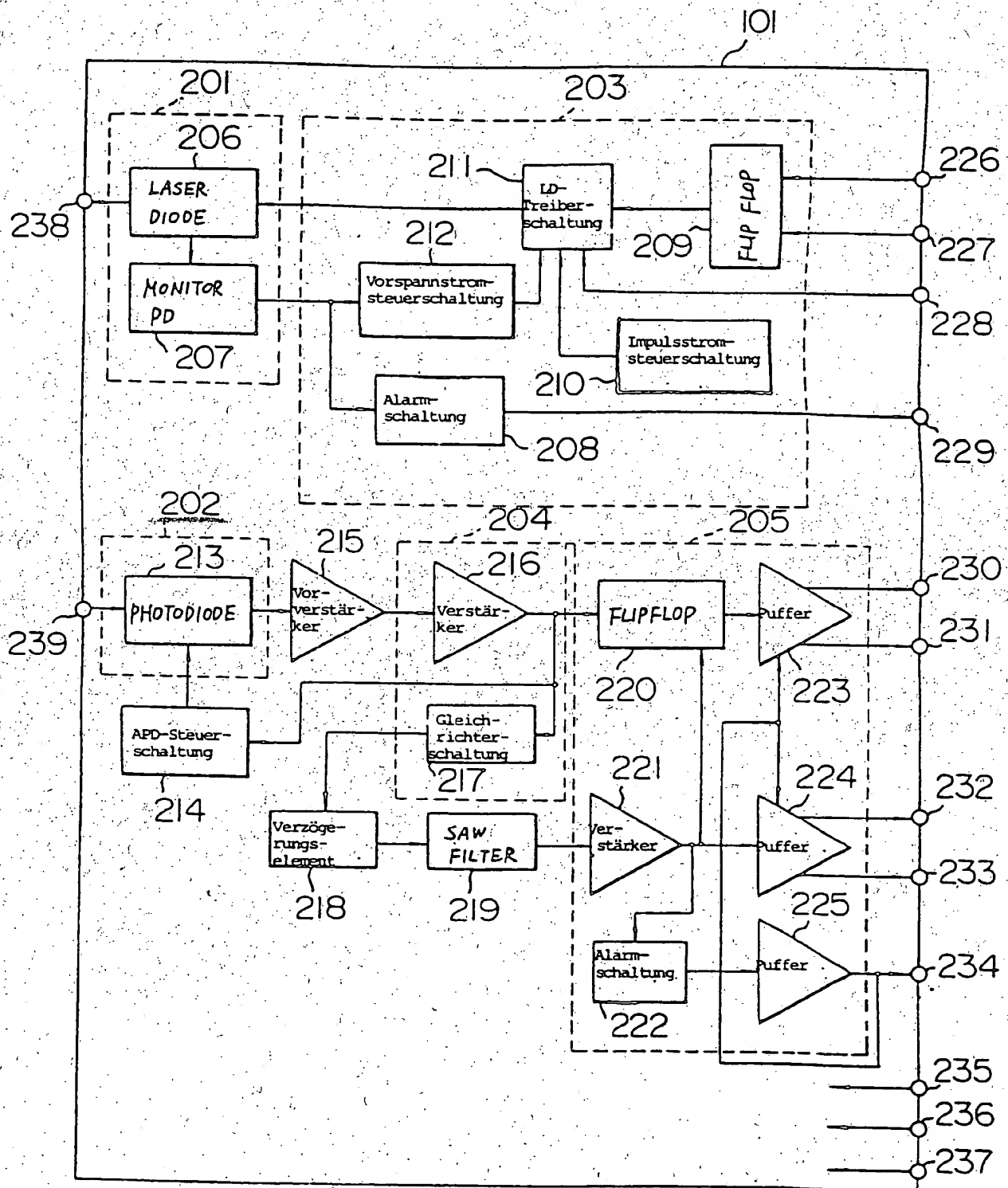


FIG. 6

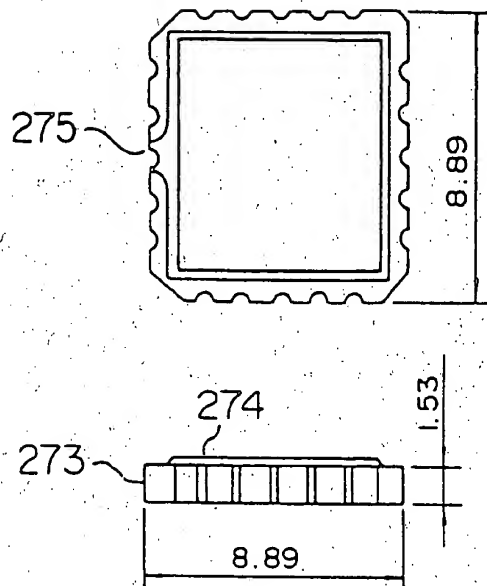


FIG. 7

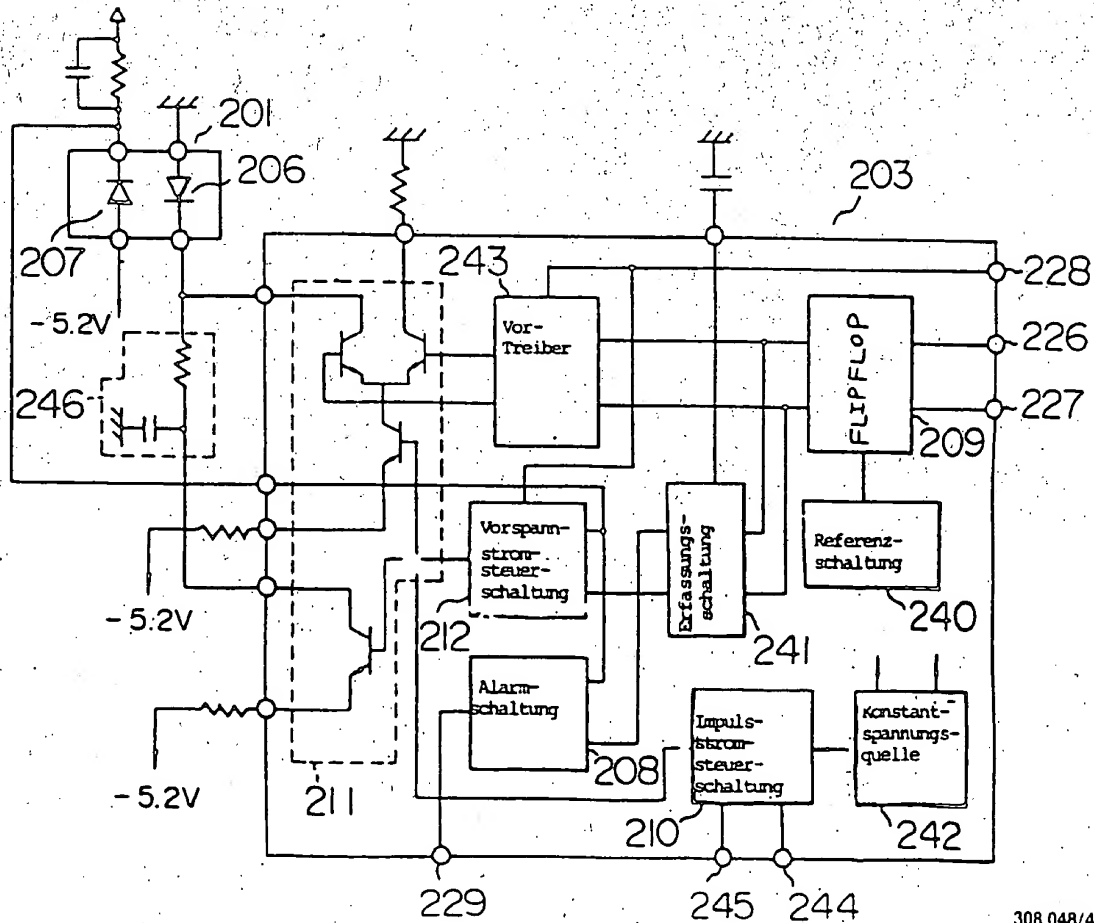




FIG. 8

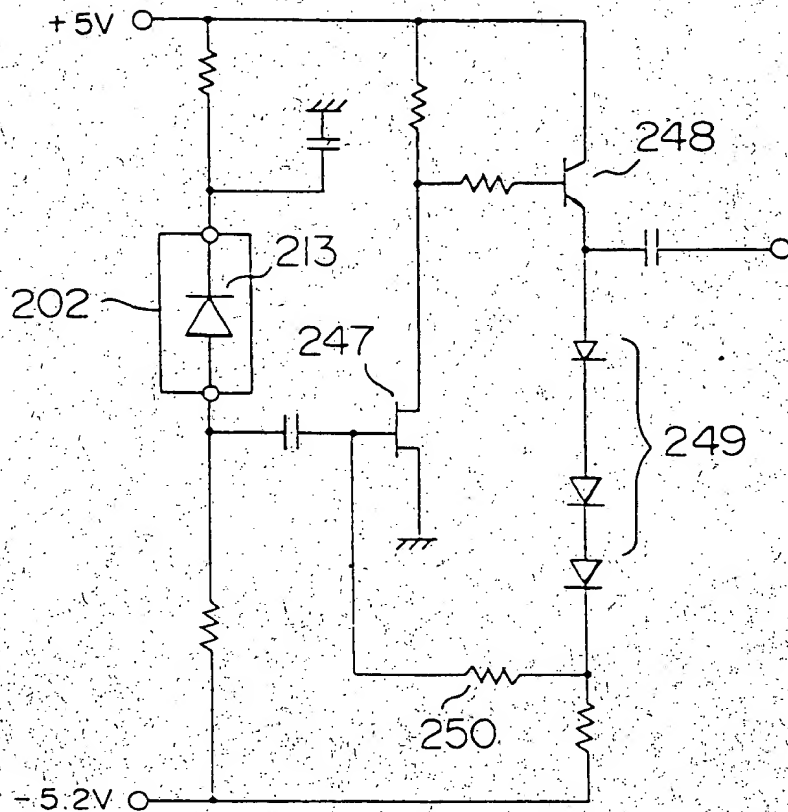


FIG. 11

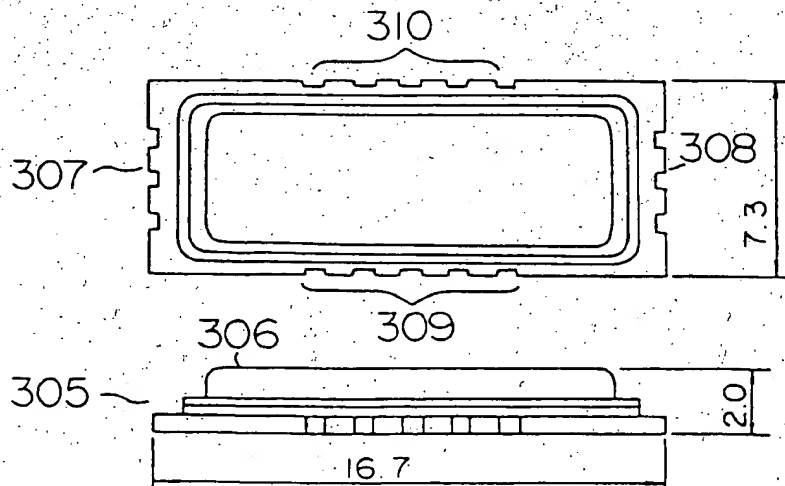


FIG. 9

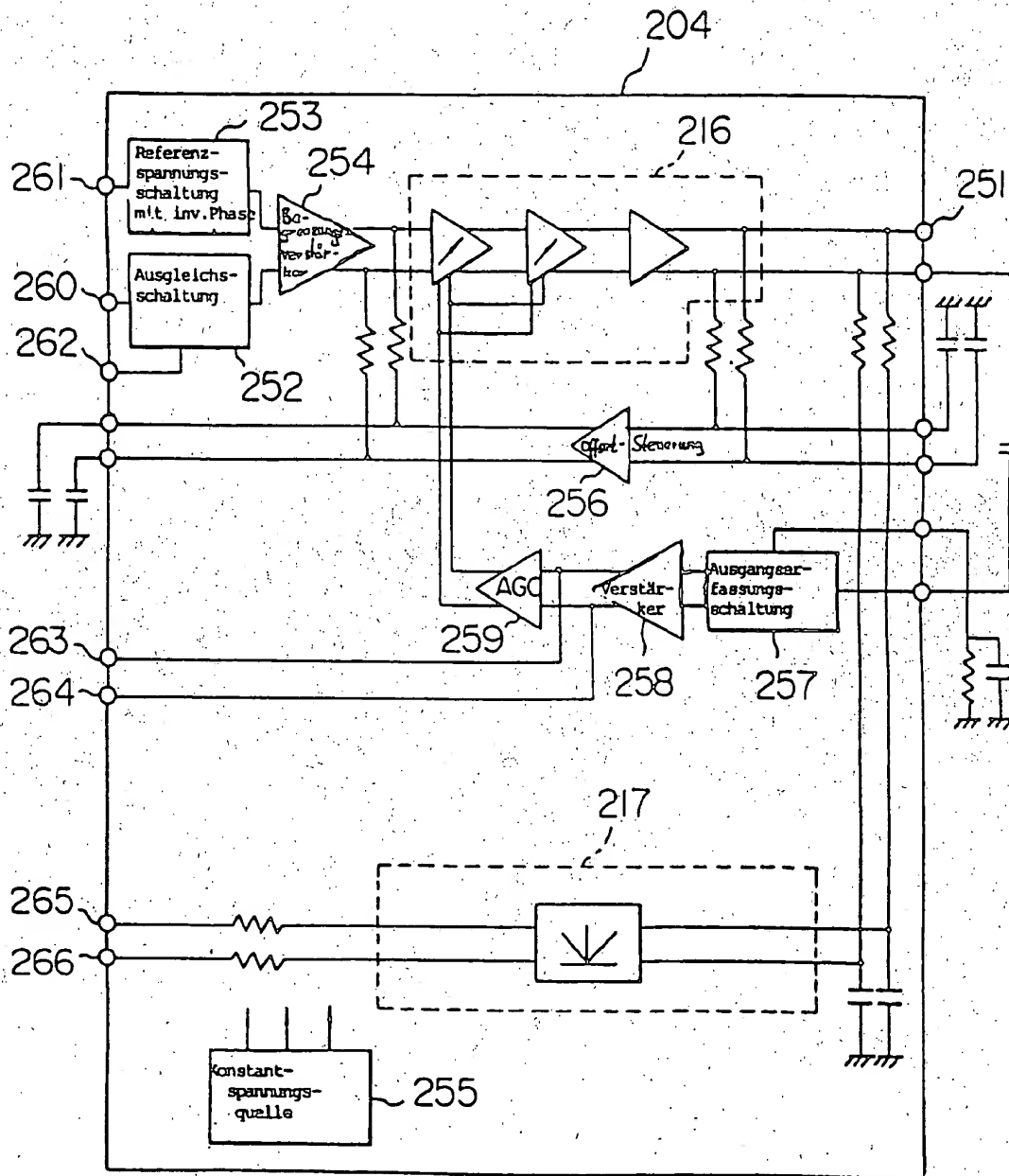


FIG. 10

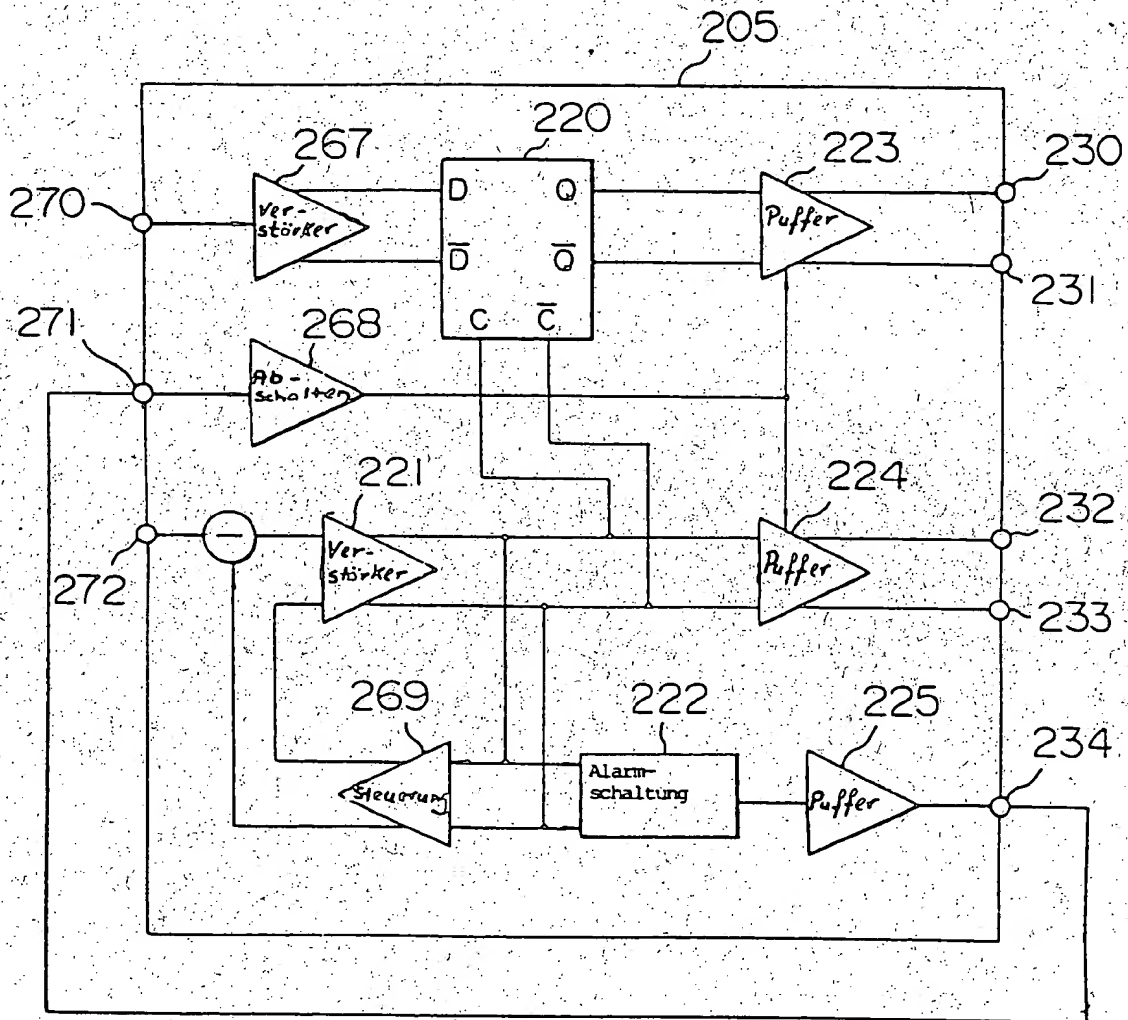


FIG. 12A

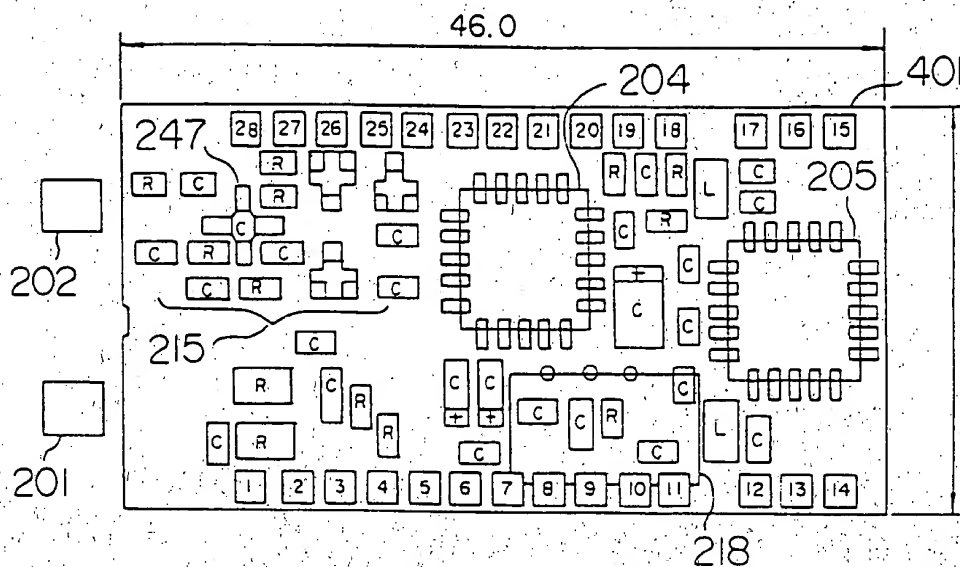


FIG. 12B

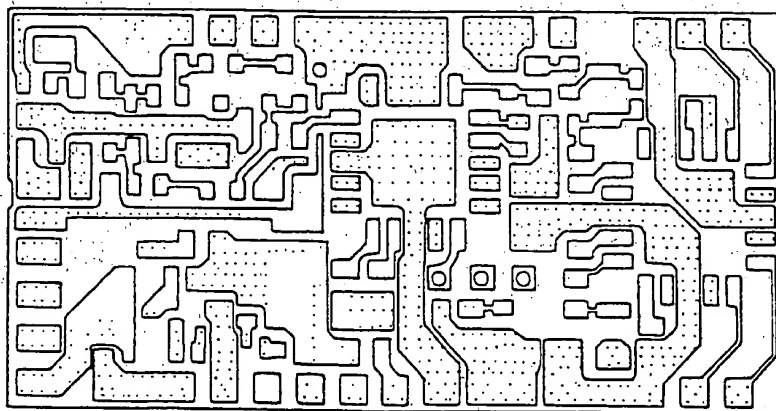


FIG. 13A

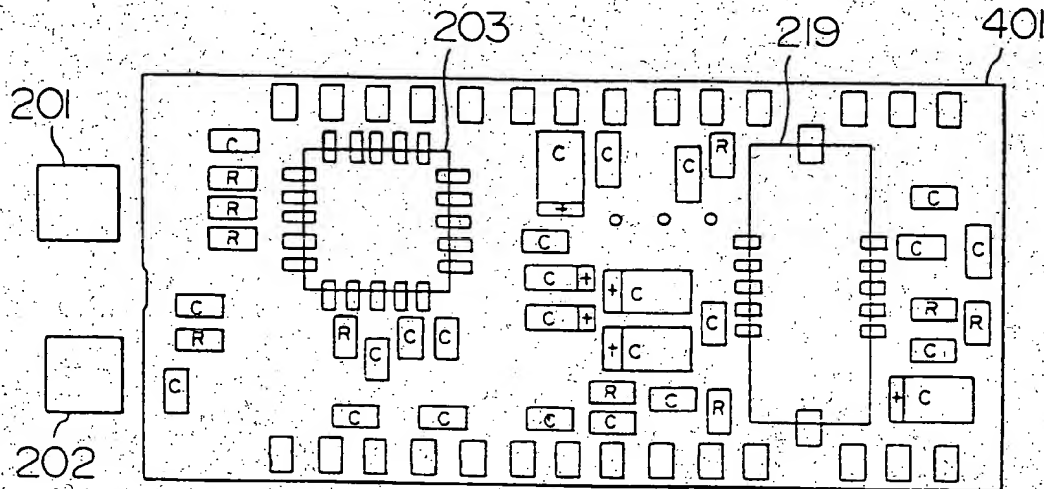


FIG. 13B

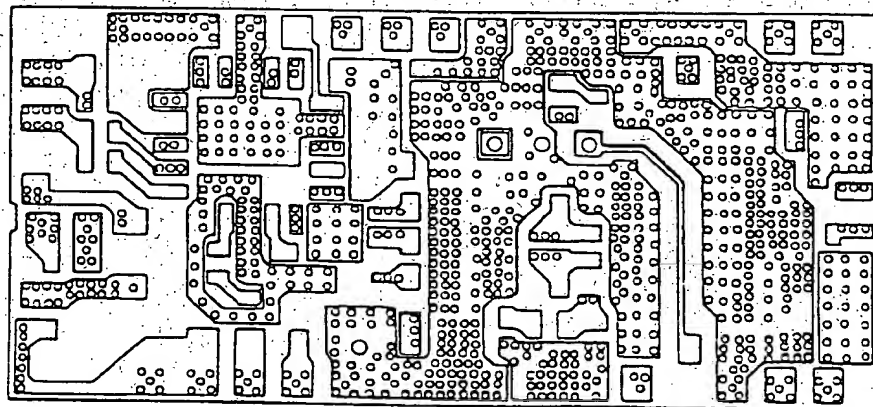


FIG. 16A

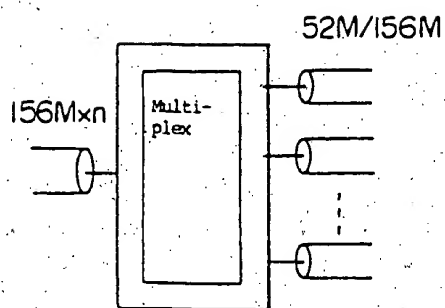


FIG. 16B

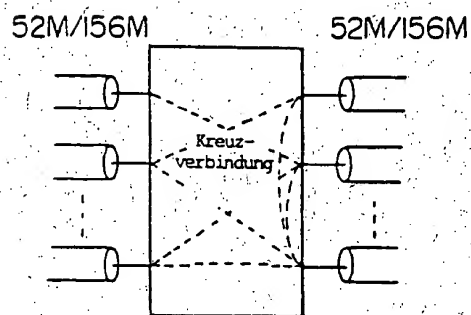


FIG. 16C

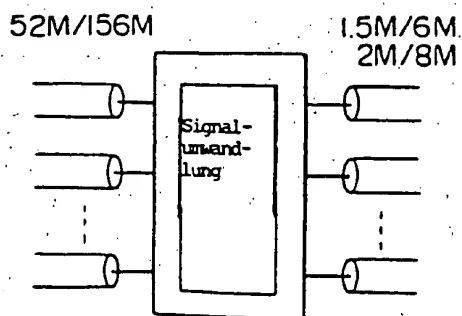
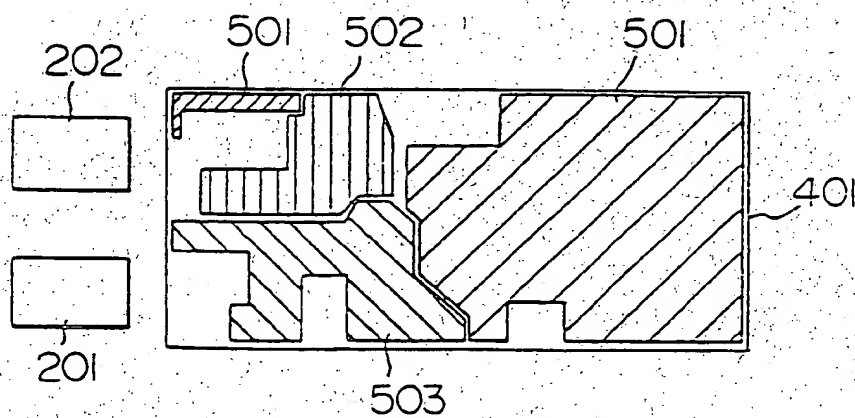
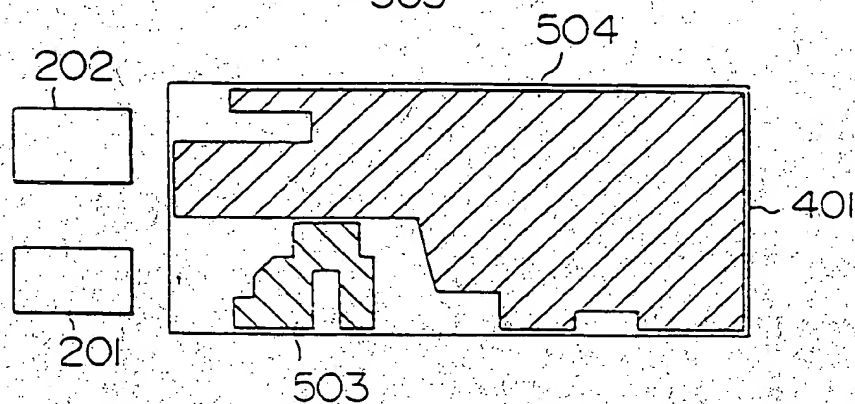


FIG. 17

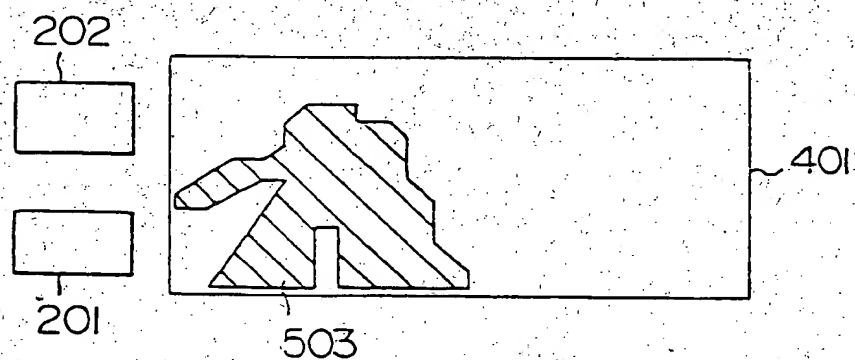
Zweite Schicht



Dritte Schicht



Vierte Schicht



Fünfte Schicht

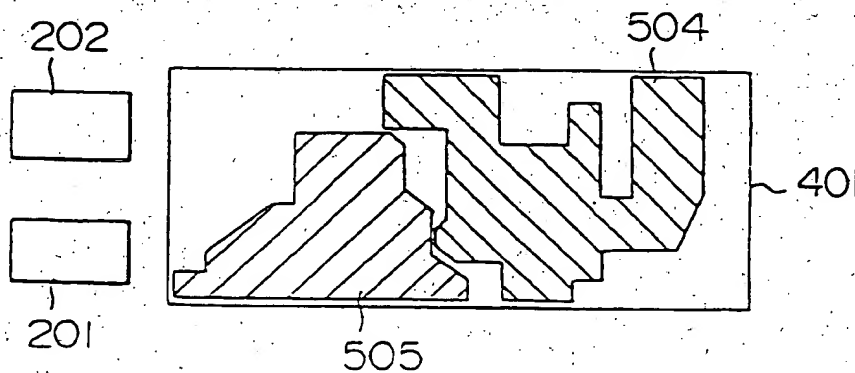




FIG. 14

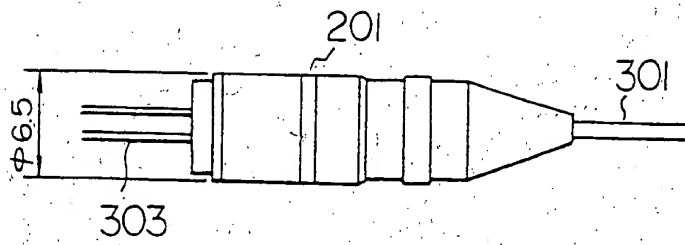


FIG. 15

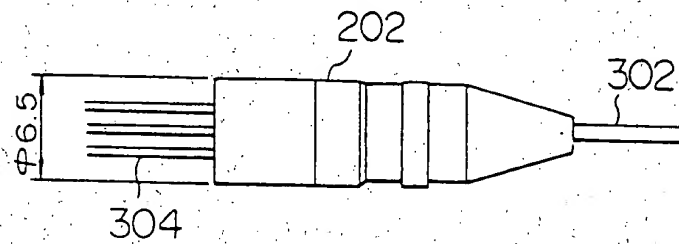


FIG. 18

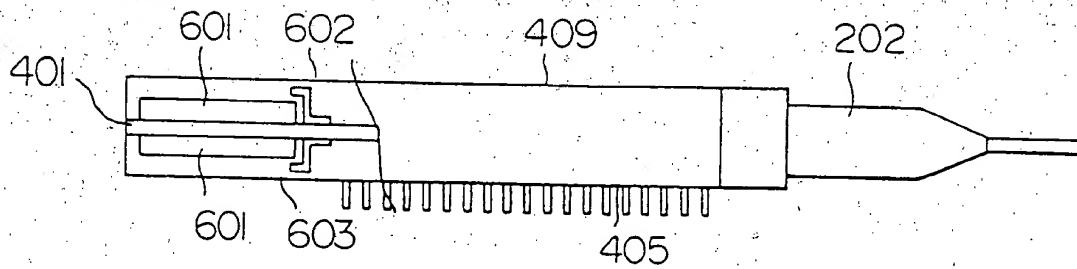
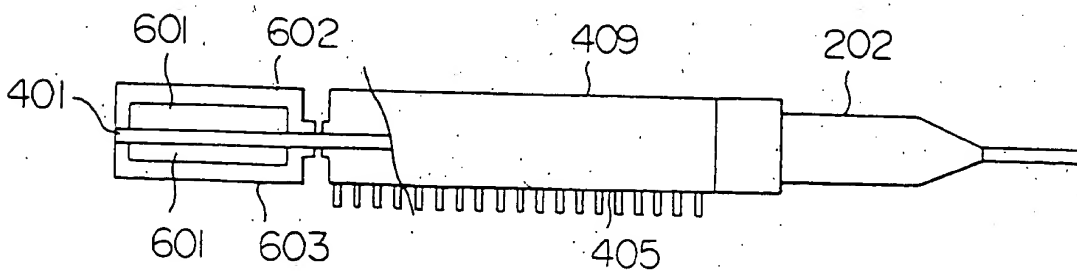


FIG. 19



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)